

Présentation des projets financés au titre de l'édition 2008 du Programme Habitat intelligent et solaire photovoltaïque

ACRONYME et titre du projet	Page
AMMIS - Analyses multicritères et méthode inverse en simulation énergétique du bâtiment	3
ASYSCOL - Approche systémique de cellules solaires à colorant à base de ZnO	4
BATIMETRE - Développement d'une méthodologie de mesure en continu de la performance énergétique des bâtiments BBC	5
INFIME - Ingénierie de face arrière pour l'amélioration et la mise en module de cellules photovoltaïques ultraminesces en silicium	6
PACAir+PV - Système de pompe à chaleur à air + Photovoltaïque intégré au bâtiment	7
PERFORMANCE BIPV	8
QUAD - BBC - Qualité d'air intérieur et systèmes de ventilation dans les bâtiments à basse consommation d'énergie	9
REPLIIC - Rénovation énergétique des bâtiments par l'intérieur grâce à un complexe isolant multifonctions augmentant l'inertie et assurant l'émission de chaleur et froid	10
RTUSolarCrucible - Creuset solaire prêts à l'emploi	11
SIFLEX - Cellules photovoltaïques silicium sur substrat flexible	12
SIMINTHEC - Simulation et outils logiciels interopérables pour la gestion des énergies thermique et électriques dans les bâtiments	13
Si-X - Caractérisation et compréhension de la cristallisation du silicium photovoltaïque: imagerie X synchrotron	14

SOLHYPIN - Cellules solaires hybrides p-i-n transparentes et durables	15
SPIR-WIND - Développement de cellules photovoltaïques organiques à longue durée de vie et à absorption élargie dans l'infrarouge pour fenêtres solaires.	16
ULTRACIS - Cellules solaires de haut rendement à base de couches ultrafines de diséléniure de cuivre et d'indium	17
VABAT - Vecteur air et traitement des ambiances dans les bâtiments à très basse consommation énergétique : approches numérique, expérimentale et architecturale.	18
VALERIE - Valorisation par l'enveloppe du bâtiment des ressources énergétiques immédiatement exploitables	19
VISTASOLOR - Stratégie pour améliorer la stabilité des cellules photovoltaïques organiques incluses dans du double vitrage	20
4C - Confort en climat chaud sans climatiser	21
NewPVonGlass - Nitrures iii-v déposés sur verre pour un watt photovoltaïque intégré à l'habitat bas cout et très haut rendement	22
INXILICIUM - Capteurs photovoltaïques de silicium amorphe imprimés en couches minces par jet d'encre	23

Titre du projet	AMMIS - Analyses multicritères et méthode inverse en simulation énergétique du bâtiment
Résumé	<p>Le projet est la création d'un modèle inverse de calcul, qui grâce à une méthode inverse, permet d'estimer les besoins de performance du bâtiment (enveloppe, inertie...) à partir de l'esquisse, d'un fichier météo (charges externes), d'un segment de confort ainsi qu'un besoin de chauffage donné.</p> <p>Cette méthode de calcul sera adaptée à un logiciel à destination des architectes pour intégrer la problématique énergétique au plus tôt dans les phases de conception.</p> <p>La force de ce projet est de s'appuyer sur les méthodes inverses pour proposer une nouvelle approche de l'aide à la décision pour les architectes et/ou les maîtres d'ouvrage. Il s'agit à partir d'un besoin d'énergie et de confort par zone thermique dans un bâtiment de remonter aux paramètres de construction nécessaires à l'obtention des ces grandeurs.</p> <p>Dans un premier temps, le travail portera sur la réalisation du modèle inverse de calcul. Etant donné le problème à résoudre, il est évident qu'il y a le risque d'une infinité de solutions. Cependant la physique, la réglementation et la technologie des bâtiments permettent de borner ce problème à la réalité.</p> <p>Ainsi une méthode de simulation inverse devra déterminer (et s'adapter à) l'espace de liberté donné à l'architecte dans ses choix de construction à partir de son esquisse. Une méthode permettant de traiter les cas simples sera donc développer en premier lieu (une seule zone thermique, un seul type d'enveloppe, avec ou sans ventilation mécanique). Cette méthode sera alors adaptée aux cas plus complexes permettant de gérer les différentes zones et orientations d'un bâtiment.</p> <p>L'autre problème à résoudre sera de donner des solutions pour sélectionner rapidement les types constructifs qui pourront rentrer dans l'espace de liberté calculé précédemment. Par exemple estimer l'épaisseur d'isolation nécessaire et le type de fenêtre suivant la performance globale du bâtiment voulue. Une optimisation en fonction du coût des éléments permettra d'orienter les choix. Une bibliothèque devra donc être créée suivant les éléments de constructions utilisés. Le niveau de détail sera adapté suivant le besoin de précision et les critères de choix sélectionnés.</p>
Partenaires	ARMINES - EMAC (partenaire coordinateur) TBC CNRS - TREFLE Université de La Rochelle - LEPTIAB ARMINES - CEP
Coordinateur	M Bruno Ladevie - ARMINES - EMAC ladevie@enstimac.fr
Aide de l'ANR	497 712 €
Début et durée	Décembre 2008 - 36 mois
Référence	ANR-08-HABISOL-001

Titre du projet	ASYSCOL - Approche Systémique de cellules Solaires à COLORant à base de ZnO
Résumé	<p>Le but du projet consiste à montrer que les cellules solaires à colorant constituent une solution très prometteuse et réaliste, et ce pour de nombreuses applications (aussi bien nomades que dans le domaine du bâtiment). En effet, concevoir et fabriquer des cellules à bas coût, à faible budget thermique, sur des substrats rigides ou souples, présentant éventuellement une semi-transparence (certes au détriment du rendement) tout en visant un rendement de 7 % avec un électrolyte liquide et 5% avec un électrolyte solide ouvrirait de nombreuses perspectives scientifiques, environnementales et économiques. Pour ce faire, et aussi afin de traiter le problème majeur de la durée de vie des cellules à colorant, la seule issue réside en une étude systémique basée sur une synergie forte entre des laboratoires qui, associés, représentent en grande partie l'état de l'art en France. Une cellule à colorant est constituée de plusieurs composants qui sont tous fondamentaux : l'électrode transparente et conductrice, le semi-conducteur nanostructuré à large bande interdite (généralement TiO₂ ou ZnO), le colorant,</p> <p>l'électrolyte liquide ou le matériau transporteur d'ions ou de trous (nécessaire pour régénérer le colorant). L'efficacité de la cellule à colorant correspond à l'association en série de l'efficacité de chacun de ces composants. Ainsi, travailler sur un paramètre seul permet difficilement l'optimisation du rendement d'une telle cellule. Travailler sur l'ensemble des composants est très souvent hors de la portée d'un seul laboratoire. D'où le besoin d'unir des laboratoires et de faire vivre une synergie forte. L'idée du projet ASYSCOL est de travailler en parallèle sur les points limitants d'une cellule à colorant avec des approches originales. Tout d'abord, le semi-conducteur choisi sera essentiellement l'oxyde de zinc nanostructuré, préparé de façon à offrir une grande surface spécifique, des chemins de conduction continus jusqu'à l'anode et une structure ouverte (permettant la pénétration du conducteur de trous ou d'ions dans le réseau).</p> <p>Une cellule à colorant uniquement basée sur des nanoparticules conduit certes à une surface spécifique élevée mais reste peu adaptée vis-à-vis des autres points. Une idée originale et prometteuse consiste à exploiter les différentes possibilités de croissance de ZnO nanostructuré : faire croître des nanofils ramifiés, déposer ZnO sous forme nano-poreuse ou encore élaborer un matériau composite à base de nanofils et de nanoparticules de ZnO. Sur ce dernier point, les premiers travaux publiés très récemment dans la littérature, sont particulièrement encourageants. Une telle approche nécessite une étude fine et poussée de l'élaboration des matériaux et de leur caractérisation physique et structurale. Mais l'interaction avec les autres composants (électrode, colorant et électrolyte) sera aussi étudiée avec grand intérêt. Le choix du colorant et de l'électrolyte seront aussi très importants.</p> <p>De nouveaux colorants seront élaborés de façon à présenter des coefficients d'absorption molaire élevés et une efficacité élevée pour l'injection des électrons dans le semi-conducteur. S'affranchir de l'électrolyte liquide, qui est le défi technologique essentiel des cellules à colorant, constitue un des objectifs principaux du projet ASYSCOL. Plusieurs voies de recherche seront menées en parallèle, notamment l'étude des polymères secs ou gélifiés ainsi que l'utilisation de conducteurs électroniques greffés sur le sensibilisateur. Des structures de test et démonstrateurs de cellules à colorant seront élaborés. Leurs caractéristiques photovoltaïques serviront à orienter le choix optimal concernant l'élaboration et la mise en œuvre des différents composants de la cellule à colorant. Enfin des études porteront sur la recherche des mécanismes à l'origine de la dégradation dans le temps des propriétés photovoltaïques.</p>
Partenaires	<p>INPG - LMGP (partenaire coordinateur) CNRS - LEPMI CEA - LITEN CNRS - CEISAM CNRS - IRDEP CNRS - LECA EDF - IRDEP ArcelorMittal Stainless & Nickel Alloys</p>
Coordinateur	<p>M Daniel BELLET - INPG / LMGP daniel.bellet@inpg.fr</p>
Aide de l'ANR	<p>854 359 €</p>
Début et durée	<p>Décembre 2008 - 48 mois</p>
Référence	<p>ANR-08-HABISOL-002</p>

Titre du projet

BATIMETRE - Développement d'une méthodologie de mesure en continu de la performance énergétique des bâtiments BBC

Résumé

Ce projet se propose de développer une méthodologie pour mesurer et contrôler la performance énergétique du bâtiment tout au long de sa vie. Cette méthodologie permettra de comprendre et d'analyser les écarts qui pourraient subvenir par rapport à la conception. Cette méthode de détermination de la performance énergétique du bâtiment sera basée sur le résultat de mesure de quelques capteurs et l'utilisation en temps réel de logiciel de simulation simplifiée. Les performances ainsi évaluées en temps réel pourront être comparées à la simulation et les écarts pourront être détectés. Pour chaque bâtiment, nous aurons ainsi un « compteur énergétique » à la manière d'un compteur de vitesse de voiture. La seule différence sera que la « limite autorisée » fluctuera en fonction des conditions climatiques.

Ce projet s'articulera autour de 5 tâches qui se dérouleront pratiquement en parallèle tout au long du projet :

- Développement de la méthodologie
- mise en œuvre et vérification sur des bâtiments expérimentaux
- développement d'une méthode de mesure innovante de température par l'utilisation de la fibre optique
- Mise en œuvre de la méthodologie sur des bâtiments in vivo
- Gestion et fusion des données

Ce projet de recherche amont doit permettre d'alimenter les connaissances scientifiques dans le domaine de la mesure énergétique des bâtiments et de fournir des méthodes d'évaluation et de diagnostic de cette performance tout au long de son existence.

Partenaires

CEA - INES (partenaire coordinateur)
CNRS - LOCIE
Université de Savoie - LISTIC
AZIMUT

Coordinateur

M Benjamin BOILLOT - CEA-INES
benjamin.boillot@cea.fr

Aide de l'ANR

707 691 €

Début et durée

Décembre 2008 - 36 mois

Référence

ANR-08-HABISOL-003

Titre du projet **INFIME - Ingénierie de face arrière pour l'amélioration et la mise en module de cellules photovoltaïques ultraminces en silicium**

Résumé

Le secteur photovoltaïque (PV) connaît depuis les années 1995 une croissance exponentielle, de l'ordre de 30 à 50%/an. Provenant à l'origine des rebuts de la filière microélectronique, la quantité de silicium pour application PV a dépassé depuis 2005 celle utilisée dans cette industrie. Beaucoup d'efforts sont investis actuellement dans l'augmentation des capacités de production de silicium de qualité électronique ou dans le développement de techniques de purification de silicium métallurgique à moindre coût. En parallèle, il apparaît important de réduire la consommation de silicium nécessaire à la production d'une cellule, afin de réduire la part du coût du matériau dans le coût final du module. Ce coût est actuellement de l'ordre de 50% pour la filière silicium multicristallin. Dans cette optique, l'épaisseur de la plaque de silicium constituant la cellule a été réduite au fil des ans pour passer de 350 μm à couramment 220 μm au niveau industriel.

Des études montrent qu'à rendement de conversion équivalent, le passage d'une cellule de 220 à 120 μm pourrait conduire à une économie de 17% sur le prix final du module. Un problème se pose néanmoins lors de la réduction de l'épaisseur des cellules. Dans le procédé standard industriel, la technique dite du BSF (Back Surface Field) ou champ répulsif face arrière est utilisée. Le principe consiste à déposer une couche d'aluminium par sérigraphie sur toute la face arrière de la cellule. Lors du recuit des contacts, l'aluminium s'allie avec le silicium sur une profondeur de quelques μm , créant ainsi une zone dopée P+ en face arrière. Ceci entraîne la création d'un champ électrique qui va repousser les porteurs minoritaires (électrons) et limiter ainsi les recombinaisons des porteurs photogénérés.

Néanmoins, cette technique présente deux limites importantes lors du passage aux plaques minces. Tout d'abord, un phénomène de courbure apparaît lié aux contraintes induites par l'alliage silicium/aluminium. Cette courbure est d'autant plus importante que le substrat est mince et engendre un taux de casse important à l'échelle industrielle lors de la soudure et de la mise en module. L'autre limite se situe au niveau de la passivation en face arrière qui devient insuffisante avec un BSF aluminium. En effet, la réduction de l'épaisseur du substrat tend à augmenter la densité de porteurs photogénérés au niveau de la face arrière, ce qui accroît l'impact de recombinaisons de surface.

L'objectif de ce projet consiste donc à développer une solution adaptée à la réalisation de la face arrière de cellule minces (120 μm) en silicium, permettant de s'affranchir des contraintes mécaniques, tout en garantissant une passivation surfacique et volumique suffisante. Trois structures différentes de cellule PV sont proposées pour réaliser ces objectifs. Elles seront développées en corrélation avec les contraintes de la mise en module et favorisera la collecte des photons. La réalisation et l'optimisation de cellules minces permettra au final une réduction du gramme de silicium nécessaire par watt PV produit (g/Wc).

Partenaires

INSA-Lyon - INL (partenaire coordinateur)
CEA - INES
PHOTOWATT International
TENESOL

Coordinateur

M Erwann Fourmond - INSA-Lyon - INL
erwann.fourmond@insa-lyon.fr

Aide de l'ANR

872 982 €

Début et durée

Décembre 2008 - 36 mois

Référence

ANR-08-HABISOL-004

Titre du projet

**PACAir+PV - Système de pompe à chaleur à air +
Photovoltaïque intégré au bâtiment**

Résumé

Le nombre de bâtiments équipés à la fois de Pompe à Chaleur à air et de capteurs Photovoltaïques est en augmentation. Mais la conception actuelle de tels systèmes n'est en général pas optimale, car les interactions possibles entre les deux composants ne sont pas envisagées. Le rendement des modules PV étant au mieux de l'ordre de 20 %, 80 % de l'énergie incidente est disponible sous forme de chaleur qui peut être valorisée grâce à la PAC. Le rendement de certains modules augmente quand leur température diminue, ce qui pourrait être obtenu grâce à la PAC.

Le présent projet a pour objectif d'étudier, à la fois par la modélisation et par l'expérimentation, une innovation technologique consistant à :

- utiliser la chaleur produite par les modules PV pour augmenter la température de la source froide, et donc le COP de la PAC, et si possible éviter le problème de givrage,
- utiliser l'air refroidi en sortie de l'évaporateur pour améliorer le rendement des modules PV,
- réguler les circulations d'air en fonction des conditions extérieures et des besoins du bâtiment,
- optimiser le choix des modules PV et du type de PAC pour réduire les impacts environnementaux globaux du système.

Le partenariat est constitué de deux organismes de recherche (ARMINES et INES), d'un industriel (CIAT) et d'un bureau d'étude (CYTHELIA). L'association entre spécialistes des pompes à chaleur et du photovoltaïque est adaptée aux objectifs recherchés en termes d'optimisation globale et d'intégration au bâtiment.

Le projet consistera à sélectionner une configuration à partir d'une analyse préliminaire. Un prototype sera ensuite conçu et réalisé, et des travaux de modélisation seront également menés, afin d'implémenter et d'intégrer le modèle dans un outil de simulation de bâtiment. Le prototype de pompe à chaleur sera ensuite testé sur une plateforme de mesure, puis installé dans une maison basse consommation. L'analyse des résultats de mesure ainsi que des simulations sur des cas d'étude permettront d'apporter des réponses sur le potentiel d'application de ce concept.

Partenaires

ARMINES - CEP (partenaire coordinateur)
CYTHELIA
CIAT
CEA - INES

Coordinateur

M Alain Guiavarch - ARMINES / CEP
alain.guiavarch@ensmp.fr

Aide de l'ANR

455 164 €

Début et durée

Décembre 2008 - 36 mois

Référence

ANR-08-HABISOL-005

Titre du projet

Performance BIPV

Résumé

Dégager les pratiques de prédiction du productible électrique des systèmes photovoltaïques intégrés au bâtiment. Les travaux s'appuient sur de la modélisation, des maquettes RD et des installations tertiaire échelle 1. On identifiera la précision attendue de ces pratiques en fonction de la finesse de l'approche : caractérisation plus ou moins poussée des composants, donnée météo initiale, prise en compte plus ou moins détaillée de la physique, modélisation plus ou moins détaillée de la connectique et des onduleurs, interaction bâtiment/champ notamment interaction thermique... La dimension vieillissement n'est pas couverte par ces travaux.

Partenaires

CSTB - INES (partenaire coordinateur)
CEA - INES
TRANSENERGIE
CYTHELIA
CNRS - LOCIE

Coordinateur

M Thierry Guiot - CSTB-INES
thierry.guiot@cstb.fr

Aide de l'ANR

735 124 €

Début et durée

Décembre 2008 - 36 mois

Référence

ANR-08-HABISOL-006

Titre du projet **QUAD-BBC - Qualité d'air intérieur et systèmes de ventilation dans les bâtiments à basse consommation d'énergie**

Résumé

La ventilation des bâtiments à basse consommation d'énergie donne lieu à des questions très spécifiques auxquelles il est indispensable de répondre de façon appropriée pour garantir à la fois une faible consommation d'énergie et une bonne qualité d'air intérieur. La conception de ces bâtiments, isolés, à forte inertie et à la perméabilité très réduite a des conséquences sur le choix et la mise en œuvre des systèmes de ventilation. En effet la part de l'énergie consommée due à la ventilation (à la fois pour chauffer l'air renouvelé et la consommation des auxillaires) doit être optimisée face à des besoins de chauffage de plus en plus réduits. Les concepts innovants pour répondre à ce besoin doivent cependant garantir une qualité de l'air intérieur suffisante, sans risque sanitaire, l'efficacité de la ventilation ne pouvant s'appuyer sur les fuites de l'enveloppe, ni sur le recours à l'ouverture régulière des fenêtres qui perturberait trop l'équilibre thermique de ces bâtiments.

Dans ce contexte, l'objectif du projet QUAD-BBC est de pouvoir examiner quels sont les débits de ventilation à mettre en œuvre pour garantir une qualité d'air intérieur suffisante dans les bâtiments à basse consommation en énergie, et quels modes de gestion de ces débits permettent de répondre à la fois à une bonne qualité d'air intérieur et à une consommation énergétique réduite.

Actuellement, le dimensionnement des systèmes de ventilation est principalement basé sur des obligations de moyens (débits de ventilation minimums). Afin de pouvoir valoriser l'optimisation des systèmes de ventilation, le projet propose d'adopter une démarche basée sur l'exigence de performance (assurer une bonne qualité d'air).

L'état de l'art des systèmes innovants, des risques sanitaires liés aux bâtiments à basse consommation énergétique, et des indicateurs de qualité d'air intérieur disponibles, ainsi qu'une analyse de la situation réglementaire et normative serviront de base à cette étude. Cette première phase devrait aboutir au choix d'indicateurs de la qualité d'air intérieur et de seuils de concentrations en polluant acceptables.

Dans un deuxième temps, des simulations permettront, pour 6 locaux types définis dans le cadre de ce projet, d'analyser les efficacités de différents systèmes de ventilation, et d'évaluer leur consommation. L'analyse des résultats permettra de proposer des systèmes de ventilation de référence pour chaque type de local, et d'y associer des principes d'équivalence afin de pouvoir qualifier les systèmes innovants et juger leurs performances énergétiques en garantissant une qualité d'air intérieure satisfaisante.

Finalement une liste des systèmes de ventilation de référence et des systèmes de ventilation innovants répondant aux critères d'équivalence sera établie pour les différents locaux types représentatifs des bâtiments à basse consommation d'énergie.

Partenaires

AIR.H (partenaire coordinateur)
CETIAT
CSTB
Université de la Rochelle - LEPTIAB
ALLIE'AIR
INERIS

Coordinateur

M Jean-François NOUVEL - AIR.H
nouvel-jean-francois@aldes.com

Aide de l'ANR

291 872 €

Début et durée

Décembre 2008 - 30 mois

Référence

ANR-08-HABISOL-007

Titre du projet

REPLIIC - RENOVATION énergétique des bâtiments Par L'Intérieur grâce à un complexe Isolant multifonctions augmentant l'inertie et assurant l'émission de Chaleur et froid

Résumé

Dans le cadre du Grenelle de l'environnement, les conclusions du groupe 1 spécifient l'objectif de « Lutter contre les changements climatiques et maîtriser l'énergie » avec pour cible « 80 kWh/m²/an en rénovation programme BBC (Bâtiments Basse consommation) », et la première réglementation thermique pour les bâtiments existant va prochainement entrer en application.

A ce jour, il n'existe pas sur le marché de solution industrielle proposant un complexe mural pour la rénovation des bâtiments intégrant l'ensemble des fonctions suivantes: un isolant performant en contact avec le mur, un système d'émission de chaleur, et potentiellement de froid, un matériau de type polymère contenant des matériaux à changement de phase présentant deux étages de température de fusion / solidification, apportant l'inertie garantissant à la fois le confort d'été, et réduisant la consommation énergétique de chauffage grâce à la valorisation des apports solaires, et une couche protectrice et décorative en surface.

Ce projet de recherche industrielle vise à étudier, concevoir, développer, optimiser et évaluer un complexe mural constitué d'un isolant, d'un polymère contenant des matériaux à changement de phase et un système d'émission de chaleur et de froid afin de mettre sur le marché à moyen terme un produit adapté aux besoins du secteur du bâtiment pour la rénovation de l'existant.

Pour cela, il est prévu de mener, en premier lieu, les travaux suivants:

- Spécifier aux mieux la cible marché et les spécifications du produit de complexe de revêtement mural.
- Vérifier la faisabilité d'assemblage du complexe et de fonctionnement de la lame d'air, avec la réalisation d'une première maquette,

Par la suite, des travaux de modélisation fine seront menés afin d'optimiser le composant seul ainsi que son couplage avec le bâtiment.

Pour cela, une étude aéraulique fine par CFD sera menée, avec comme objectif la génération d'un composant simplifié (TRNSYS) en vue de l'évaluation des performances annuelles à l'échelle d'un appartement ou d'un bâtiment cible. A l'aide de l'outil de simulation thermique dynamique TRNSYS 16 sur la base de bilans annuels de consommation d'énergie et d'indicateur de confort, une étude d'optimisation sera réalisée. Les résultats permettront de valider la faisabilité technico-économique du complexe et de mettre au point les stratégies de contrôle / commande.

Enfin, un prototype sera étudié et réaliser afin d'être expérimenté sur une cellule PASSYS à l'INES. Pour cela, les composants du complexe seront spécifiés et approvisionnés afin d'être assemblés dans une cellule PASSYS. Celle-ci aura fait l'objet au préalable d'un équipement et d'une instrumentation spécifique pour cette application.

Une seconde cellule PASSYS, également instrumentée, aura été équipée d'une solution de référence "isolant + plâtre BA13" avec un système d'émission de chaleur conventionnel. La campagne d'essais sera menée sur 12 mois, suivant un protocole spécifiquement rédigé dans le caler de ce projet. Les essais permettront de vérifier les gains apportés par le complexe de revêtement et de valider les modèles précédemment développés.

Les performances du complexe mural innovant objet du projet REPLIIC seront évaluées sous forme d'économies en énergie primaire et en quantité de CO₂. Le confort d'été sera évalué sur la base des indices PMV-PPD et du confort adaptatif. L'optimisation du revêtement sera réalisée en se basant simultanément sur les consommations énergétiques et le confort de l'habitant, comparativement à une solution de référence "isolant + plâtre BA13"

Partenaires

CEA - INES (partenaire coordinateur)
GERFLOR
Université de Savoie - LOCIE

Coordinateur

M David CORGIER - CEA/INES
david.corgier@cea.fr

Aide de l'ANR

532 504 €

Début et durée

Décembre 2008 - 36 mois

Référence

ANR-08-HABISOL-008

Titre du projet

RTUSolarCrucible - Creuset solaire prêts à l'emploi

Résumé

Un important challenge des années à venir pour l'énergie d'origine photovoltaïque est de réduire notablement son coût afin de devenir compétitive face aux énergies fossiles. Près de 45% de l'énergie photovoltaïque est produite à partir du silicium multi cristallin. Selon ce procédé les lingots de silicium d'où sont tirées les cellules sont obtenus par cristallisation dirigée du silicium fondu dans des creusets en silice préalablement revêtus d'un agent démoulant constitué par du nitrure de silicium qui doit éviter toute réaction entre silice et silicium lors de la fusion. Une telle réaction conduit le plus souvent à une fissuration du lingot. Ce revêtement est déposé par pulvérisation d'une solution aqueuse de nitrure de silicium puis le creuset revêtu est recuit afin d'éliminer les résidus organiques. Ce dépôt devient alors excessivement fragile et se fissure à la moindre contrainte.

De ce fait d'infinies précautions sont prises lors du chargement du creuset en silicium et cette opération demeure toujours manuelle à ce jour malgré une automatisation croissante de cette filière. Les défaillances du coating restent nombreuses et sont sources de perte de productivité très significatives. Enfin, coating et creuset sont des vecteurs possibles importants de contamination du silicium et ont une incidence non négligeable sur le rendement des cellules. En conséquence, il serait bénéfique pour la filière PV de développer une solution plus fiable et plus industrielle. C'est pourquoi, nous nous proposons de mettre au point au stade pilote un nouveau concept de creuset prêt à l'emploi (RTU) permettant :

- Un démoulage aisé du lingot
- Une fiabilité accrue
- Une bien meilleure solidité mécanique autorisant transport et chargement automatique.
- Une contamination minimale du silicium.

Ce projet vise à démontrer à l'échelle pilote qu'un tel concept est possible. A cette fin sont réunis les compétences d'un industriel du creuset (Vesuvius), un expert en cristallisation doté d'une ligne pilote (NTNU) et l'expertise de l'INES et sa plateforme de fabrication de cellules. Les enjeux finaux sont la plus grande fiabilité de cette étape critique et la diminution à terme des coûts de production de la filière PV multicristallins.

Ce projet a reçu l'approbation de la Fédération Franco Norvégienne qui s'engage à supporter une fraction des coûts Norvégien. Limité à une durée d'un peu plus d'un an ce projet pourra être étendu d'une année afin de valider le concept à l'étape industrielle si cette première étape est positive.

Partenaires

Vesuvius (partenaire coordinateur)
NTNU
CEA - INES

Coordinateur

M Christian Martin - Vesuvius
Christian.martin@vesuvius.com

Aide de l'ANR

106 585 €

Début et durée

Décembre 2008 - 24 mois

Référence

ANR-08-HABISOL-009

Titre du projet **SiFlex - Cellules photovoltaïques Silicium sur substrat Flexible**

Résumé

Ce projet vise à développer des cellules photovoltaïques à base de nanofils de silicium, pour utilisation sur substrats flexibles. La croissance des nanofils sera réalisée par la méthode VLS (Vapeur/Liquide/Solide). Dans un premier temps, la croissance sera développée sur silicium monocristallin, afin de déterminer les conditions permettant d'obtenir une grande densité de nanofils avec des tailles contrôlées, puis elle sera appliquée aux substrats flexibles. Le substrat sera composé d'un feuillard métallique recouvert d'un film mince de silicium, qui permet d'augmenter la collecte des photons et de simplifier la technologie de la cellule. La technologie de réalisation de la cellules sera de type hétérojonction, avec un émetteur réalisé en silicium amorphe et un oxyde transparent conducteur pour la conduction électrique.

Les cellules à nanofils doivent permettre d'atteindre des rendements de l'ordre de 12%, similaires à ceux obtenus en technologie CIGS sur film souple, sans utilisation de matériaux rares et chers (Indium, sélénium).

Partenaires

CEA - LITEN (partenaire coordinateur)
SUPELEC - LGEP
CNRS - LPICM
PV alliance

Coordinateur

M Claude JAUSSAUD - CEA/LITEN
claude.jaussaud@cea.fr

Aide de l'ANR

1 024 106 €

Début et durée

Décembre 2008 - 36 mois

Référence

ANR-08-HABISOL-010

Titre du projet

**SIMINTHEC - SIMulation et outils logiciels
INteropérables pour la gestion des énergies
THERmique et EleCTRiques dans les bâtiments**

Résumé

Les avancées de la simulation dans chaque domaine du bâtiment (thermique, électrique, éclairage, acoustique, contrôle) sont considérables, et ont donné naissance à des logiciels pertinents dans le domaine qu'ils traitent. A l'image d'environnement comme TRNSYS, ou EnergyPlus, ils sont souvent dotés de bibliothèques métiers si riches que les redévelopper dans d'autres environnements de simulation paraît inconcevable. C'est pourquoi l'objectif de ce projet est de développer une solution pour faire inter-opérer des codes de calcul issus du génie thermique, du génie électrique et du monde du contrôle commande.

Pour cela deux approches techniques d'interopérabilités seront explorées :

- Une approche par échange de fichiers normalisés et standardisés. Dans ce cadre, on explorera plus particulièrement le standard Modelica. Par ce biais, on pose la question de l'interopérabilité en termes de modèle de simulation à intégrer dans un simulateur système.
- Une approche par échange de composants logiciels, de type boîte noire, qui peuvent contenir un moteur de simulation et les données décrivant un composant ou un système. Par ce biais, on pose la question de l'interopérabilité en termes de simulateur (entrées/sorties) qui sont capables de s'interconnecter les uns aux autres pour faire de la co-simulation.

L'expérience des différents partenaires en thermique (génération de modèles réduits) et en contrôle-commande (programmation dynamique) rend possible l'étude de nouvelles stratégies de régulation et de gestion anticipée. Ces approches seront validées sur des exemples concrets de bâtiments issus des plate-forme INCAS de l'INES ou d'un bâtiment à énergie positive implanté à Grenoble.

Partenaires

CNRS - LOCIE (partenaire coordinateur)
CNRS - TREFLE
ARMINES-CEP-Paris
Grenoble INP - G2ELab
CEA - INES
INPG - G-SCOP
eBM Websourcing

Coordinateur

M Gilbert Achard - CNRS / LOCIE
Gilbert.Achard@univ-savoie.fr

Aide de l'ANR

865 656 €

Début et durée

Décembre 2008 - 36 mois

Référence

ANR-08-HABISOL-011

Titre du projet

Si-X - Caractérisation et compréhension de la cristallisation du Silicium photovoltaïque: imagerie X synchrotron

Résumé

Les cellules photovoltaïques (PV) sont amenées à devenir une des composantes majeures de l'habitat écologique de demain. Un élément de contexte important est que la démarche d'intégration du PV dans l'habitat s'inscrit dans un cadre de forte évolution du marché PV, dont la croissance est actuellement limitée par la disponibilité à coût raisonnable d'une matière première silicium source. Pour résoudre le problème de l'approvisionnement en silicium de qualité suffisante pour l'industrie photovoltaïque, de nombreuses équipes de part le monde travaillent sur des procédés permettant de purifier la matière première abondante que représente le silicium de qualité métallurgique sans passer par le procédé de distillation utilisé pour la microélectronique. Un tel matériau silicium source doit être considéré comme un nouveau matériau vis-à-vis des procédés d'élaboration de lingots et de cellules.

En conséquence, un certain nombre de problèmes liés à la solidification de ces matériaux doivent être réexaminés avec attention même pour des procédés établis pour les matériaux en provenance de l'industrie microélectronique. C'est en particulier le cas de la problématique de la structure cristalline des lingots. Dans le silicium multicristallin, qui constitue actuellement la majeure partie du silicium utilisé pour la fabrication des cellules photovoltaïques, les propriétés photovoltaïques de la cellule sont complètement différentes en fonction de la structure de grains obtenue après élaboration. La question se pose tout particulièrement pour le procédé développé par la société EMIX, qui se base sur une technique originale de fabrication de lingots par tirage en continu en creuset froid.

Ce procédé présente un certain nombre d'avantages, notamment en ce qui concerne la productivité, mais la présence de gradients de température perpendiculaires à la direction de croissance conduit à une structure de solidification à grains fins et à des densités de défauts étendus importante. Il est essentiel de contrôler la structure de grains obtenue pour les différentes qualités de silicium utilisées pour la fabrication des cellules photovoltaïques. Dans ce cadre, l'objectif du projet Si-X est d'approfondir de façon significative la compréhension des mécanismes dynamiques entrant en jeu pendant la formation de la structure cristalline du silicium multi-cristallin PV. Pour cela, nous proposons une validation expérimentale incluant des expériences à plusieurs échelles associés à des techniques de caractérisation innovantes et à des simulations tri-dimensionnelles des procédés et des structures associées.

En particulier, nous développerons un dispositif unique de caractérisation in situ et en temps réel de la solidification du Si utilisant la radiographie X (dynamique des mécanismes, cinétique de croissance, nucléation) et la topographie X (orientation cristallographique, contraintes). Les autres expériences prévues dans le projet et allant du moulage de plaque jusqu'à la solidification de lingots industriels permettront de faire le lien entre les expériences utilisant les rayons X limitées à des échantillons de petite dimension et le procédé industriel. Le projet Si-X comprend également une étude approfondie du lien entre la structure cristallographique et les propriétés photovoltaïques. A l'issue de ce projet, des données de référence concernant la formation et l'évolution des structures de grains dans le Si multi-cristallin seront disponibles ainsi qu'un modèle de simulation 3D de ces structures. L'objectif ultime est de contrôler le procédé de solidification pour obtenir des matériaux PV plus performants et de réduire les coûts de production.

Partenaires

CNRS - IM2NP (partenaire coordinateur)
CEA - INES
INPG - SIMAP
ARMINES
EMIX
ESRF
SINTEF

Coordinateur

Mme Nathalie Mangelinck-Noël - CNRS / IM2NP
nathalie.mangelinck@im2np.fr

Aide de l'ANR

1 070 042 €

Début et durée

Décembre 2008 - 48 mois

Référence

ANR-08-HABISOL-012

Titre du projet Solhypin - Cellules solaires hybrides p-i-n transparentes et durables

Résumé

Les cellules solaires organiques et notamment celles à base de polymères sont une technologie en émergence qui possède des atouts importants en terme de mise en œuvre et de possibilité d'intégration., mais elles demeurent moins performantes que les cellules à base de matériaux inorganiques. La durée de vie est très certainement le verrou à lever pour pouvoir adresser d'autres marchés que le 'nomade' qui semble actuellement accessible à cette technologie. Les matériaux d'électrodes et les interfaces avec les semiconducteurs organiques sont particulièrement sensibles et leur dégradation rapide est la cause principale du vieillissement des cellules organiques. Le projet Solhypin propose de modifier la structure classique très simple des cellules actuelles (métal-semiconducteur-métal) en insérant des couches d'oxydes métalliques semiconducteurs entre la couche active organique et les électrodes.

La structure visée est donc une structure P-I-N (pour semiconducteur de type p-semiconducteur intrinsèque-semiconducteur de type n) qui n'a pas encore été développée pour les cellules polymères. Outre la problématique prioritaire de la durée de vie des cellules, ce type de structure basée sur l'utilisation de couches nanométriques d'oxydes métalliques semiconducteurs à grand gap permet de réaliser des cellules partiellement transparentes. Cette dernière propriété est particulièrement recherchée pour les possibilités d'intégration qu'elle permet avec en ligne de mire des applications vitrages. Le projet Solhypin utilisera les matériaux organiques photoactifs de référence et se focalisera essentiellement sur les matériaux semiconducteurs p et n à base d'oxydes métalliques, et leur méthode de dépôt en couche mince.

Deux techniques de mise en oeuvre de ces matériaux seront explorées en parallèle et évaluées, à savoir une technique en voie humide basée sur le sol-gel compatible avec l'impression par jet d'encre, et des techniques de dépôt sous vide. L'exploration de ces 2 voies en parallèle permettra de converger vers un optimum coût/performance de la cellule réalisée, en choisissant pour chaque couche la technologie de dépôt la plus adaptée.

Les acquis scientifiques et techniques de Solhypin pourront être valorisés dans un deuxième temps par la démonstration d'un vitrage électrochrome autonome. Un projet industriel sera proposé en ce sens à l'ANR pour faire suite à Solhypin.

Partenaires

CEA - INES (partenaire coordinateur)
Ardeje
CNRS - IMN
SOLEMS

Coordinateur

M Stéphane Guillerez - CEA/INES
stephane.guillerez@cea.fr

Aide de l'ANR

1 010 430 €

Début et durée

Décembre 2008 - 36 mois

Référence

ANR-08-HABISOL-013

Titre du projet **SPiR-Wind - Développement de cellules photovoltaïques organiques à longue durée de vie et à absorption élargie dans l'infrarouge pour fenêtres solaires.**

Résumé

Les cellules photovoltaïques organiques apparaissent aujourd'hui comme une technologie capable de venir compléter les dispositifs à base de semiconducteurs inorganiques pour la production d'énergie renouvelable. Cependant, de nombreux problèmes scientifiques et technologiques, tel que la stabilité des différents éléments constituant la cellule et le faible recouvrement spectrale avec la lumière solaire, nécessitent encore d'être résolus. Différents facteurs ont été identifiés comme responsables d'une altération des performances des cellules organiques au cours de leur utilisation, parmi lesquels figurent la dégradation chimique du polymère et de l'électrode ainsi que l'instabilité morphologique de la couche active. Par ailleurs, un élargissement du spectre d'absorption vers l'infrarouge permettrait d'augmenter significativement le rendement de conversion et d'envisager le développement d'applications pour l'habitat (fenêtres photovoltaïques intégrant un filtre thermique).

Ce projet a pour objectif de répondre à ces limitations en ciblant le développement :

- d'une couche active organique à base d'un mélange physique thermodynamiquement stable
- d'interfaces électrode/semiconducteur chimiquement stables
- d'une encapsulation efficace et compatible avec les contraintes industrielles
- d'un composé organique accepteur d'électron absorbant l'infrarouge.

Actuellement, la couche active d'une cellule standard est composée d'un mélange physique de deux composants immiscibles : un polymère donneur d'électrons et un dérivé soluble du fullerène. Le réseau bi-continu ainsi formé est dans un état métastable susceptible d'évoluer dans le temps. Il peut en résulter une séparation de phase excessive défavorable à la photogénération de charges. Afin d'éviter cette évolution dommageable, l'ajout d'un surfactant est une voie prometteuse et constitue un point clef du projet. En particulier, l'utilisation d'un copolymère à blocs dont chaque bloc interagit sélectivement avec un composant du mélange doit nous permettre un meilleur contrôle de la taille du réseau et de sa stabilité.

Pour assurer une meilleure stabilité chimique des interfaces électrode/couche organique, le développement de couches barrières et d'électrodes stables et inertes sont envisagées. Par ailleurs, des systèmes polymères multi-couches densifiées seront développés pour répondre au besoin d'encapsulation des dispositifs.

Enfin, la synthèse de composés organo-métalliques possédant une haute affinité électronique et un fort coefficient d'absorption dans l'IR est prévue. Leur utilisation comme accepteur d'électron au sein de la couche active doit permettre une sensibilisation aux photons IR et augmenter en conséquence le rendement de conversion.

La réalisation d'un dispositif stable ayant une réponse dans l'IR est une première étape vers la réalisation de fenêtres solaires possédant une fonction d'écran thermique.

Partenaires

CNRS - LIPHT (partenaire coordinateur)
 Université Louis Pasteur Strasbourg I - InESS
 CNRS - LCC
 CNRS - ICSI
 CEA - INES
 Arkema
 Hutchinson

Coordinateur

M Georges Hadziioannou - CNRS / LIPHT
 hadzii@ecpm.u-strasbg.fr

Aide de l'ANR

998 227 €

Début et durée

Décembre 2008 - 36 mois

Référence

ANR-08-HABISOL-014

Titre du projet **ULTRACIS - Cellules solaires de haut rendement à base de couches ultrafines de diséléniure de cuivre et d'indium**

Résumé

Les cellules solaires en couches minces à base de diséléniure de cuivre, de gallium et d'indium (CIGS ou CIS) détiennent le record de rendement de 19,9%. La cellule est constituée de l'empilement des couches de Mo, puis de CIGS, d'une couche interfaciale de CdS, dite couche tampon et d'une couche de ZnO transparente et conductrice. La couche de CIGS est la couche absorbeur de la cellule et son épaisseur est d'environ 2 microns. Elle est préparée par coévaporation des éléments. Les modules à base de CIGS possèdent également des rendements élevés entre 11 et 14%. C'est dans ce contexte extrêmement prometteur que se développe actuellement la filière photovoltaïque au CIS. Au delà du critère rendement d'autres critères vont contribuer à la compétitivité de cette technologie.

L'un des plus important est la réduction de l'épaisseur de la couche de CI(G)S , qui entrainera deux conséquences positives : la première sera de réduire de façon significative la durée de dépôt de ces couches et donc le cout de production, et la deuxième sera d'augmenter le taux d'utilisation de l'indium, élément relativement rare et cher, à puissance électrique identique. Cela permettra d'accroire considérablement les capacités de production de la filière CIGS. L'objectif de ce projet est d'explorer la réduction de l'épaisseur à 0,5 micron en premier objectif et de passer en objectif ultime à 0,1 micron. Ces objectifs seront développés autour de deux des principales technologies de la filière CIGS, la coévaporation (qui conduit à de hauts rendements mais au prix de coûts de production élevés) et l'électrodépôt (qui conduit à des rendements moins élevés mais avec des coûts de production plus faibles).

Dans la cas de la coévaporation des objectifs de rendements sont de 15% pour les cellules à 0.5 micron et de 10% pour les cellules à 0.1 micron. Dans le cas de l'électrodépôt l'objectif sera de 10% à 0.5 micron et de 6 % à 0.1 micron. Dans les deux cas les résultats de l'étude permettront d'anticiper les évolutions à moyen terme de la filière CIGS et de créer les conditions favorables à l'innovation.

Partenaires

CNRS - IRDEP (partenaire coordinateur)
EDF - IRDEP
CNRS - ILV
SUPELEC - LGEP
CNRS - LPN
Institut d'Optique - LCFIO
ZSW
Würth Solar

Coordinateur

Mme Negar Naghavi - CNRS - IRDEP
negar.naghavi@edf.fr

Aide de l'ANR

1 057 936 €

Début et durée

Décembre 2008 - 42 mois

Référence

ANR-08-HABISOL-015

Titre du projet **VABAT - Vecteur Air et traitement des ambiances dans les BÂTiments à très basse consommation énergétique: approches numérique, expérimentale et architecturale.**

Résumé

Le projet VABAT s'inscrit dans la perspective de la réhabilitation énergétique des logements avec un objectif de très basse consommation énergétique. Dans ce cadre, la faisabilité du potentiel du vecteur air de remplacer le système de chauffage classique par un système intégré de ventilation et de traitement de l'air est à rechercher.

En considérant que le potentiel d'économies d'énergie se situe principalement dans le parc immobilier existant, la technologie proposée dans le cadre de ce projet doit contribuer à atteindre l'objectif du "facteur 4" pour une grande part du parc immobilier et présente donc un impact environnemental en relation avec les conclusions des ateliers du Grenelle de l'Environnement. Le projet associant 4 partenaires dont 2 laboratoires de recherche, un industriel et une agence d'architecture, est fondé sur une approche théorique et expérimentale en laboratoire en vue de l'élaboration d'un cahier des charges d'un concept innovant de ventilation des bâtiments.

Le vecteur air comme vecteur énergétique dans le bâtiment doit faire l'objet de nouvelles études sur le plan de sa distribution et de sa diffusion dans les locaux.

C'est l'objet de ce projet. Il s'agit de considérer un système intégré "2 en 1" de ventilation et de traitement thermique de l'air associé à des types de gaines et des diffuseurs spécifiques particulièrement adaptés à la rénovation des logements, l'utilisation pour les bâtiments neufs étant également possible.

Le vecteur air ne doit donc plus apparaître comme une variable d'ajustement économique ou énergétique, mais comme un élément contribuant à la conception et à la réhabilitation des bâtiments à basse voire à très basse consommation d'énergie.

Le projet entre dans le champ de l'axe thématique n°2 "Concepts en rupture sur quelques briques technologiques clés pour une réduction drastique des consommations d'énergie", thème 2.3 "Système de ventilation et aéraulique" suivant une approche amont donc du type de recherche fondamentale.

Partenaires

CNRS - DGCB (partenaire coordinateur)
MENESR - LEPTIAB
ALDES

Coordinateur

M Gérard Guarracino - CNRS / DGCB
gerard.guarracino@entpe.fr

Aide de l'ANR

413 345 €

Début et durée

Décembre 2008 - 36 mois

Référence

ANR-08-HABISOL-016

Titre du projet

VALERIE - Valorisation par l'enveloppe du bâtiment des ressources énergétiques immédiatement exploitables

Résumé

Ce projet vise à concevoir et à évaluer des concepts d'enveloppe et de ventilation du bâtiment capables d'exploiter l'énergie disponible dans leur environnement.

A cette fin, il propose une démarche en trois étapes principales qui permettront de définir et d'évaluer le potentiel énergétique disponible, d'estimer la valorisation de ce potentiel par des bâtiments types actuels et par des solutions innovantes connues, puis de dresser le cahier des charges et d'évaluer de nouveaux concepts définis par leurs propriétés physiques.

Cet ensemble est complété par une quatrième et dernière étape qui vise à identifier et décrire les freins potentiels susceptibles d'entraver la diffusion des solutions nouvelles sur le terrain et à proposer des solutions permettant de limiter leurs effets.

Le projet s'appuie sur des outils de simulation énergétique des bâtiments, développés ou exploités par les partenaires,

qui permettent de traiter une grande variété de solutions techniques réelles ou théoriques.

Le consortium rassemble trois laboratoires universitaires, un laboratoire industriel et un bureau d'études impliqués depuis de nombreuses années dans la modélisation énergétique et l'utilisation de ces modèles pour la conception de bâtiments très performants. Chacun a pu, au cours du temps et des études, étoffer ses outils et ses compétences en y intégrant des composants et des systèmes innovants destinés à améliorer l'efficacité énergétique des bâtiments.

L'ensemble des outils disponibles pour le projet permet donc de couvrir une gamme très large de solutions existantes ou émergentes, mais avec des spécificités marquées pour chaque partenaire dues à son intérêt en matière d'efficacité énergétique : le développement de nouveaux services énergétiques, le développement d'outils de simulation, aussi bien pour des besoins de recherche que pour des besoins d'application au terrain, le développement de solutions pour favoriser l'usage des EnR solaires en France.

Beaucoup de projets récents visent un objectif proche, mais se limitent le plus souvent à la mise au point d'une solution particulière, à la valorisation d'une partie du potentiel ou à l'optimisation d'une partie de l'enveloppe. Celui-ci s'alimentera de tous ces projets, mais se distingue par son approche globale qui permet de situer le champ des possibles et les voies qui pourraient permettre de l'exploiter.

Partenaires

EDF R&D / EnerBAT (partenaire coordinateur)

ARMINES - CEP - Paris

CNRS - CETHIL

CNRS - LOCIE

OASIIS SAS

Coordinateur

Mme Valérie DABRETEAU - EDF R&D / EnerBAT

valerie.dabreteau@edf.fr

Aide de l'ANR

707 617 €

Début et durée

Décembre 2008 - 36 mois

Référence

ANR-08-HABISOL-017

Titre du projet	VISTASOLOR - Stratégie pour améliorer la stabilité des cellules photovoltaïques organiques incluses dans du double vitrage
Résumé	<p>De nouvelles stratégies pour améliorer la durée de vie des cellules solaires organiques sont envisagées dans le but d'inclure ces dernières dans l'habitat, au niveau des surfaces de double vitrage.</p> <p>Le première stratégie concerne la modélisation de géométries adaptées pour :</p> <ul style="list-style-type: none">- utiliser la cathode des cellules solaires en tant que couche de protection du dispositif, et développer ainsi un concept ayant montré une augmentation d'un facteur 10 des durées de vie à l'air libre des cellules en fonctionnement (brevet déposé par XLIM)- diminuer les densités de courant mises en jeux dans les électrodes, afin de limiter la dissipation des dispositifs et le vieillissement ainsi engendré, et favoriser la mise en module des cellules. <p>La deuxième stratégie est dédiée à l'emploi de technologies permettant de réaliser les cellules solaires suivant les géométries modélisées et avec des procédés visant à augmenter la stabilité des dispositifs:</p> <ul style="list-style-type: none">- réalisation des cathodes à double fonctionnalité (collecte des charges/couche barrière de protection) par densification du dépôt d'aluminium par faisceaux d'ions, afin d'augmenter l'effet de couche barrière de la cathode à l'oxygène et à la vapeur d'eau, avec un accroissement de la durée de vie (brevet déposé par XLIM),- de réaliser les anodes par écriture directe (sérigraphie, jet d'encre) dans le but d'économiser la quantité d'oxyde transparents conducteurs, voire de remplacer l'ITO. <p>Finalement les cellules réalisées avec ces technologies seront scellées sous atmosphère inerte entre deux couches de verre (l'une servant de substrat et l'autre de protection), dans des conditions d'inclusion dans les surfaces de double vitrage.</p> <p>Les durées de vies seront évaluées par l'étude en fonction du temps de l'évolution des paramètres photovoltaïques des cellules placées à l'air libre, et par l'étude des mécanismes de photodégradation et de création des pièges dans ces cellules en fonctionnement ou dans des dispositifs spécifiquement adaptés pour l'étude des interfaces.</p> <p>Ces études physiques ont comme thème directeur l'approche multi-échelle (du matériau au dispositif) et multi-physique (photo-vieillessement, génération des pièges sous fonctionnement) avec comme objectif de pouvoir à terme relier niveaux moléculaire (matériau) et macroscopique (dispositif).</p>
Partenaires	Université de Limoges - XLIM (partenaire coordinateur) CNRS - IMN CNRS - LPMM
Coordinateur	M Bernard Ratier - Université de Limoges / XLIM bernard.ratier@unilim.fr
Aide de l'ANR	575 848 €
Début et durée	Décembre 2008 - 36 mois
Référence	ANR-08-HABISOL-018

Titre du projet

4C - Confort en Climat Chaud sans Climatiser**Résumé**

Le projet proposé concerne l'étude de la ventilation naturelle durant les saisons chaudes au Sud de la France continentale et dans les DOM. Cette problématique longtemps écartée des projets revient avec la politique de maîtrise des coûts et la gestion de bâtiments économes en énergie. L'objectif est de modéliser, de contrôler et d'optimiser la ventilation naturelle pour limiter l'utilisation des systèmes actifs de traitement de l'air. Ce projet s'inscrit dans les problématiques liées à la modélisation simplifiée, intermédiaire et détaillée des phénomènes convectifs (axe 2.3 de la consultation) dans les bâtiments et dans des composants aérauliques passifs de bâtiments. Cette démarche constitue une rupture technologique majeure par rapport à l'existant : ajout systématique de climatiseurs sur les constructions neuves ou existantes. Ce projet propose de fédérer autour d'un même projet des thématiques complémentaires issues de différents laboratoires :

- * la modélisation fine des écoulements à destination d'outils de simulation numérique de composants passif de bâtiments et de pièces,
- * l'étude des situations d'écoulement stables ou instables dans les composants passifs et l'amélioration de ces composants passifs en déterminant des paramètres clés d'optimisation,
- * la réduction des champs de données produites et la confrontation avec des expérimentations de laboratoire et à l'échelle 1.

La commande du rafraîchissement par ventilation naturelle est une des clés de ce projet, ainsi que la modélisation de niveau de finesse intermédiaire qui a un fort potentiel d'intégration dans les outils de dimensionnement à destination des industriels. Cette modélisation permet l'intégration des modèles réduits développés à partir des expérimentations et des simulations numériques fines tout en permettant l'optimisation du couplage global dans un système complexe tel qu'un bâtiment.

Le rafraîchissement passif est un sujet complexe qui ne peut se traiter que par la prise en compte de phénomènes physiques théoriques associés à des réalisations expérimentales. Pour cette raison le projet se décomposera en trois parties, l'une reposant sur l'expérience des différents partenaires, l'autre sur l'étude des comportements aérauliques par codes de calcul et la dernière sur l'expérimentation. En matière de rafraîchissement passif, la prise en compte des conditions climatiques est fondamentale ce qui nous conduira à proposer trois réalisations dans des contextes bien différents, l'une située sur l'île de La Guadeloupe, l'autre à La Réunion, la dernière étant réalisée en Corse, ces trois sites ayant en plus de conditions climatiques très chaudes un contexte énergétique particulièrement délicat. En effet les émissions de CO₂ liées à la fourniture d'électricité se situent autour de 800 g/kWh dans ces régions alors qu'on se situe autour de 150 g/kWh en France continentale, ces chiffres suffisent à comprendre l'urgence de limiter le recours à la climatisation conventionnelle.

L'association d'approches fondamentales et de réalisations expérimentales permettra aux partenaires industriels de ce projet d'appliquer les résultats et les outils de modélisation développés pour intégrer leurs technologies existantes, proposer une méthodologie de dimensionnement en climat chaud et développer en interne de nouveaux systèmes adaptés à la ventilation naturelle. Un guide méthodologique prenant en compte à la fois les climats et le contexte énergétique sera réalisé à l'issue de ces travaux et remis à l'ensemble de la communauté concernée par le sujet.

Partenaires

Université de La Réunion - LPBS (partenaire coordinateur)
CNRS - LOCE

Ecole Nationale Supérieure de Mécanique et d'Aéronautique - LET

Université des Antilles et de La Guyane - GRER

Université de La Rochelle - LEPTIAB

INSA - CETHIL

LAFARGE CENTRE DE RECHERCHE

ADRET

Coordinateur

M Alain BASTIDE - Université de La Réunion / LPBS
alain.bastide@univ-reunion.fr

Aide de l'ANR

909 649 €

Début et durée

Décembre 2008 - 36 mois

Référence

ANR-08-HABISOL-019

Titre du projet	<p>NewPVonGlass - Nitrures iii-v deposees sur verre pour un Watt PhotoVOLtaïque iNteGre a L'hAbitat baS cout et tres haut rendement</p>
<p>Résumé</p>	<p>Nous proposons de réaliser une cellule solaire simple-jonction, à base de l'alliage InGaN, sur des substrats bas coût en allant progressivement du saphir au verre et en passant par le substrat silicium. Bien que le développement de ce système de matériaux pour le photovoltaïque n'est qu'à ses débuts, l'InGaN dispose d'un grand potentiel. Une simple-jonction optimisée InGaN peut atteindre un rendement de conversion de ~ 20%, comparable à celui atteint par les meilleures cellules de la filière CIGS, sans toutefois les risques posés par le cadmium nécessaire à leur élaboration, mais qui constitue un fameux poison cumulatif. Parce que la bande interdite de l'InGaN peut être modifiée de 0,7 eV à 3,4 eV en augmentant le contenu de gallium, avec des cellules multi-jonctions, il est en théorie possible d'atteindre le rendement record (70%) avec ce seul système de matériaux, alors que le record théorique dans la technologie GaAs multi-jonctions est de moins de 50%.</p> <p>La technologie InGaN peut évoluer vers le développement industriel. Par exemple, le GaN et les dispositifs à base d'alliages associés sont devenus très répandus et bas coût, et sont utilisés dans les diodes électroluminescentes bleues et blanches. Cette proposition offre une chance pour la France de devenir un leader mondial dans une nouvelle technologie importante, avec un groupe américain et un chinois ayant déjà produit les premières cellules solaires InGaN.</p> <p>Cette collaboration associe des ressources uniques dans un projet ambitieux. La principale idée technique de ce projet consiste en l'utilisation d'une mince couche d'interface ZnO qui permet la réalisation de l'hétéro-épitaxie tout en réduisant la densité de dislocation dans les alliages nitrures des éléments III déposés sur ZnO. Une collaboration active entre Nanovation (le leader mondial dans l'hétéro-épitaxie sur ZnO) et de l'UMI GT-CNRS avait déjà permis l'utilisation de cette technique pour grandement améliorer la qualité de GaN déposé sur substrat saphir préalablement recouvert d'une couche de ZnO. Nanovation a aussi la maîtrise de la technologie du dépôt du ZnO sur silicium. La collaboration comprend également M. Ian Ferguson, le leader mondial dans les cellules solaires InGaN, qui fait partie du projet par le biais de son appartenance à l'UMI GT-CNRS.</p> <p>Le partenariat est complété par des expertises en modélisation et en l'état de l'art des techniques de caractérisation de cellules solaires qui doivent être accomplies par le LGEP. La gravure, quelques caractérisations complémentaires ainsi que l'optimisation des contacts seront réalisés par le LPN.</p> <p>En plus des avancées dans les connaissances scientifiques, le projet donnera lieu à un fort potentiel pour la commercialisation de la technologie InGaN. Il y a beaucoup à apprendre sur la croissance de l'InGaN. Il y a beaucoup à apprendre sur la physique de dépôt du ZnO sur silicium et sur verre et du dépôt de l'InGaN sur ZnO. Il y a beaucoup à apprendre sur l'optimisation de la conception de la cellule et des contacts électriques.</p> <p>Compte tenu des problèmes actuels liés à l'énergie et à l'environnement, le développement de nouvelles filières photovoltaïques ayant un fort potentiel pour atténuer ces problèmes, semble être un choix judicieux.</p>
<p>Partenaires</p>	<p>CNRS - UMI Georgia Tech (partenaire coordinateur) SUPELEC - LGEP Nanovation CNRS - LPN</p>
<p>Coordinateur</p>	<p>M Abdallah Ougazzaden - CNRS - UMI Georgia Tech aougazza@georgiatech-metz.fr</p>
<p>Aide de l'ANR</p>	<p>849 361 €</p>
<p>Début et durée</p>	<p>Décembre 2008 - 36 mois</p>
<p>Référence</p>	<p>ANR-08-HABISOL-020</p>

Titre du projet **Inxilicium - Capteurs photovoltaïques de silicium amorphe imprimés en couches minces par jet d'encre**

Résumé Peut-on réaliser une couche mince de silicium amorphe par un procédé innovant et économiquement concurrentiel comme le dépôt par jet d'encre ?

INXILICIUM tend à démontrer la faisabilité d'une cellule photovoltaïque utilisant des couches de nanoparticules de silicium amorphe déposées par jet d'encre. Les nanoparticules de silicium sont élaborées par une voie de synthèse chimique originale en solution avec un contrôle sur la taille des nanoparticules et sur le dopage chimique. Le projet a pour but de formuler une encre stable de ces nanoparticules pouvant être jetée par jet d'encre, de développer une tête d'impression spécifique pour des nanoparticules purement inorganiques, puis d'établir la relation entre la méthode d'élaboration et les propriétés structurales, optiques et électroniques.

Les propriétés photoélectriques seront testées sur un dispositif photovoltaïque (PV) simple jonction élaboré par jet d'encre. La faisabilité d'une telle cellule par un procédé d'élaboration novateur, le jet de matière en phase liquide permet d'envisager un gain économique considérable sur la filière photovoltaïque en couche mince.

L'objectif du projet INXILICIUM est d'innover en termes de matériau PV et de formulation du matériau PV pour construire un module avec une technologie orientée vers le développement durable. Parmi tous les semi-conducteurs utilisés dans le PV, le silicium (avec TiO₂) est de loin le plus inerte chimiquement et son cycle de vie est bien connu.

Les voies de synthèses en phase liquide et la technologie par jet d'encre permettent de réduire drastiquement les investissements classiquement proches de ceux de la microélectronique pour l'élaboration de couches minces de a-Si.

Partenaires Université Montpellier II - ICG (partenaire coordinateur)
Ecole des Mines de St-Etienne - CMP
IMPIKA
Université Montpellier II - IES
CNRS - IRDEP
Quantum Solar
EDF - IRDEP

Coordinateur M David Zitoun - Université Montpellier II - ICG
zitoun@univ-montp2.fr

Aide de l'ANR 979 651 €

Début et durée Décembre 2008 - 36 mois

Référence ANR-08-HABISOL-021