



« Physique /Optique sans Frontières »
commission commune à la SFP et à la SFO



Projet de Formation Internationale en Solaire Photovoltaïque (FISP)

Dans le cadre de l'Année internationale des sciences fondamentales pour le développement durable ([IYBSSD2022](#)), la commission [Physique/Optique Sans Frontières](#) des sociétés françaises de Physique et d'Optique lance, avec d'autres structures, un projet international de formation au solaire photovoltaïque. L'objectif est la formation de formateurs pour différents aspects du solaire photovoltaïque, à l'échelle de l'Afrique subsaharienne.

La commission est parrainée par **Jean Jouzel** (ex-vice directeur du GIEC).



UPPSALA
UNIVERSITET

International Science Programme



Les actions dans les domaines du solaire photovoltaïque proposées dans ce projet conduiront à des progrès pour plusieurs thèmes des objectifs de développement durable (ODD) : 1, 4, 7, 11, 12, 13.



Physique sans Frontières

**Le Savoir est une arme, l'ignorance nous désarme.
Partageons le savoir!**

I. CONTEXTE et OBJECTIFS

L'énergie fait défaut à de nombreux pays aux ressources limitées, notamment en Afrique (une infographie sur le sujet de l'électrification de l'Afrique est disponible en annexe 4). C'est pourquoi nos sociétés savantes lancent ce projet sur le solaire photovoltaïque en Afrique, source d'énergie inépuisable. Nous nous intéressons principalement aux "petits développements" basés sur la fabrication et l'utilisation de panneaux solaires, qui permettent d'améliorer la vie de régions isolées ou privées d'autres sources d'énergie. Le choix de l'Afrique provient d'une réflexion sur les effets provoqués par différentes crises (Réchauffement climatique, COVID, guerre en Ukraine, etc...) et de la diminution qui en résulte des sommes allouées au développement international par de nombreux pays, y compris pour l'éducation et les universités.

Le lien avec le développement durable est clair, puisque cette énergie remplace les combustibles fossiles utilisés même pour l'éclairage. Outre les aspects pratiques comme l'alimentation de pompes pour les forages d'eau non polluée, elle apporte une souplesse d'utilisation qui permet par exemple de réaliser des expériences scientifiques sur le terrain en s'affranchissant des coupures de courant. Contribuer à la recherche universitaire sur les cellules solaires, en particulier sur les nouveaux matériaux, peut aussi mener à plus d'indépendance comme à de fructueuses collaborations.

Enfin, il est nécessaire de s'impliquer dans l'éducation et la vulgarisation afin que de nombreux jeunes filles et garçons s'approprient le solaire photovoltaïque et contribuent à son développement.

Ayant déjà mené une expérience pilote dans quelques pays d'Afrique de l'Ouest, nous envisageons une action dans un bon nombre de pays africains francophones, anglophones et peut-être lusophones, en fonction de l'intérêt local, des financements et de l'implication d'autres pays européens.

II. DESCRIPTION DU PROJET

Le projet FISP comporte plusieurs volets.

1. Formation de formateurs pour la fabrication de petits panneaux solaires à partir de cellules solaires.

Notre collègue **Arouna Darga** (maître de conférences à Sorbonne-Université) a déjà organisé des ateliers de formation à la fabrication et la caractérisation de petits panneaux solaires à partir de cellules solaires individuelles, ainsi que leur connexion à un chargeur et à une lampe LED. Il a déjà organisé plusieurs ateliers : Guinée ('Université Gamal Abdel Nasser de Conakry), Sénégal (Université Gaston Berger de Saint-Louis), Burkina Faso (Université de Ouagadougou Ki-Zerbo et Ecole Polytechnique). Arouna, né au Burkina Faso, y a créé l'entreprise **Darga Tech** dédiée à la gestion de l'eau avec le pompage "solaire ». Nous pensons qu'il est possible de s'appuyer sur ses compétences et son expérience pour former des formateurs dans d'autres pays. Après une première formation dans une zone géographique donnée, les meilleurs formateurs seront sélectionnés et organiseront les autres formations. Notons qu'il est très difficile de réaliser une telle formation technique à distance.

L'équipement nécessaire à chaque formation sera envoyé un mois avant son démarrage. Tout d'abord, il y a le matériel technique classique : fer à souder, multimètre... qui devrait être partagé entre plusieurs formations successives ; ensuite, les consommables qui une fois assemblés constitueront le panneau solaire, c'est-à-dire les cellules solaires et les lignes de connexion à souder, ainsi que les résines destinées à la protection des cellules solaires.

D'après son expérience des ateliers précédents, Arouna estime que le coût total du matériel pour deux ateliers est proche de 2000 €, pour 40 à 45 personnes par atelier. Ce montant est exempt de tout frais de "per diem". Le coût du voyage et de vie des formateurs doit être évalué selon le lieu de l'atelier.



Arouna Darga pendant une formation à Ouagadougou, et les étudiants avec les panneaux solaires qu'ils ont fabriqués et caractérisés. L'un des participants a récemment publié un article sur les caractéristiques des panneaux solaires construits pendant l'atelier . (D. Bonkoungou et al *International Journal of Photoenergy* Volume 2022, Article ID 4401187, <https://doi.org/10.1155/2022/4401187>)

2. Formation à distance pour les travaux pratiques de physique concernant la caractérisation des cellules solaires.

Notre association sœur "Puya Internationale" (président Raymond Campagnolo) a déjà préparé de telles opérations au Vietnam et à Madagascar (Université de Fianarantsoa avec l'aide de l'ONG Fianaralab). Les étapes de cette activité :

- (i) Mise à disposition d'un document comprenant toutes les notions à enseigner lors de la formation. Il existe maintenant en espagnol et français.
- (ii) Trouver un ou deux scientifiques locaux prêts à s'impliquer comme formateurs et préparer la formation à distance (Zoom ou équivalent) avec Raymond Campagnolo et Robert Baptist.
- (iii) Définir le matériel nécessaire à utiliser, l'acheter et l'envoyer au formateur. Il faut veiller à l'envoyer suffisamment à l'avance pour qu'il soit prêt pour la formation.
- (iv) Pendant la formation, les formateurs étrangers sont connectés pour épauler le formateur local.

Le but est de caractériser la cellule solaire en utilisant une carte Arduino et quelques composants électroniques. Ceci pour montrer que la connaissance en physique est importante et rend plus compréhensible le comportement des cellules solaires.

Ici encore, la tâche doit être répartie entre plusieurs formateurs et nous demanderons à différentes structures de s'impliquer dans cette tâche, en premier lieu l'ISP (Suède). Cette démarche a été pleinement opérationnelle pour les deux premiers exemples : Vietnam et Madagascar.

Le coût de l'équipement est d'environ 600 € pour 40 personnes.

3. Enseignement (écoles primaires, lycées, universités) et vulgarisation

Une forte impulsion doit être donnée à l'enseignement des caractéristiques de la lumière et de son utilisation pour produire de l'énergie électrique par des moyens durables. Les actions sont encore à choisir, mais devraient être adaptées à l'âge des élèves. Nous pensons également que les impliquer dans la fabrication de petits systèmes peut être un bon moyen de populariser la production

d'électricité par le solaire photovoltaïque. Il pourrait même être intéressant d'élargir le sujet pour présenter différentes sources d'énergie durables.



Cette activité a été déjà organisée avec un kit appelé "**Les valises de Madagascar**" en 2007 (ci-joint), présenté localement à plus de 8000 personnes (qui ont également pu faire quelques expériences), dans sept villes de Madagascar. Son principal concepteur Daniel Bidault est prêt à améliorer son kit, un premier exemple d'activité parmi d'autres à venir, sur appel à contribution.

4. Promouvoir les activités de recherche sur les cellules solaires dans les universités africaines

Les pays africains ont beaucoup à apporter à la recherche sur de nouveaux types de cellules solaires. Un bon exemple serait la cellule solaire pérovskite qui pourrait être fabriquée en petite taille (assez grande pour la caractérisation) en utilisant des imprimantes à jet d'encre. L'ISP a des contacts avec un institut suédois qui travaille avec des universités africaines utilisant le matériau pérovskite. Une alternative seraient les cellules solaires organiques dont les coûts de fabrication sont également assez bas.

Il est souhaitable d'établir des connexions entre différents instituts en Europe et des universités en Afrique désireuses de s'impliquer dans ce projet. Comme ces recherches impliquent des aspects de chimie et de physique, nous associerons l'ONG "**Chimistes sans Frontières**" (président **Michel Azemar**) à cette activité. Nous avons déjà eu des contacts avec l'**Institut Photovoltaïque d'Ile de France** (campus IPVF de l'Université Paris-Saclay), dont les chercheurs **Daniel Lincot** et **Jean-François Guillemolles** sont favorables à ce projet. Vous trouverez dans l'annexe 3 quelques exemples d'application.

III. ORGANISATION

Tout d'abord, chaque pays choisira, parmi les quatre volets proposés, les activités qui lui conviennent. Le but étant d'impliquer un grand nombre de pays, nous proposons de travailler par zones géographiques afin que des synergies s'établissent entre pays voisins et que certains formateurs puissent animer plusieurs formations.

Les fonds à réunir seront attribués à chaque type d'action. L'achat de l'équipement pourra être global afin d'obtenir de meilleurs prix grâce à l'achat en gros.

Les professeurs, les scientifiques et les ingénieurs aptes à être des formateurs devront être détectés rapidement pour pouvoir lancer le processus. **Selon nos capacités de collecte de fonds, nous espérons commencer les actions en octobre prochain.**

COMITÉS : le projet FISP sera mis en œuvre par trois comités, dont la composition (non limitative) est indiquée en Annexe 1 :

- le Comité d'organisation, en charge des contacts avec les universités participantes, de la levée de fonds puis de leur distribution ;
- le Comité scientifique, qui évaluera les projets des différents pays, et sélectionnera les participants aux formations ;
- le Comité de parrainage, réunissant les responsables des institutions partenaires et caution de la qualité du programme

IV. ZONES GEOGRAPHIQUES

Le projet FISP sera présenté aux différents pays via des points de contact. Dans les pays intéressés, les universités où se dérouleront les ateliers seront choisies localement et chaque pays pourra également

apporter des modifications au programme. Les pays où nous avons déjà des contacts seront évidemment pilotes tandis que l'[International Science Programme](#) (ISP) suédois supervisera les zones géographiques où nous avons peu de contacts, comme en Afrique de l'Est (Kenya, Ouganda, Tanzanie).

Voici un découpage possible en zones géographiques, à affiner avec les collègues locaux :

- (i) Burkina Faso, Mali, Niger, Senegal, Tchad
- (ii) Bénin, Côte d'Ivoire, Ghana, Guinée, Togo
- (iii) Cameroun, Congo, Gabon, RCA
- (iv) Comores, Madagascar, Ile Maurice, (coopération souhaitée de l'Ile de la Réunion).
- (v) Ethiopie, Kenya, Ouganda, Tanzanie

V. BUDGET ESTIMÉ

Le budget peut être estimé en prenant le cas d'une participation de 10 pays avec pour chacun :

- Deux ateliers (assistance : 40 personnes chacun) pour la formation à la **fabrication de panneaux photovoltaïques** avec un coût de matériel d'environ 2000 € et un coût de transport de l'ordre de 200 € ; un coût de déplacement et d'hébergement du formateur d'environ 1800 €, ce qui aboutit à un montant de **4000 €** pour 2 ateliers par pays.
- Un atelier de travaux pratiques à distance pour la caractérisation physique de la cellule solaire, le coût du matériel est d'environ **600 €**.
- Pour la vulgarisation et l'éducation il s'agit de réaliser localement des dispositifs de démonstration qui seront ensuite utilisés pour la sensibilisation à l'énergie solaire. Une aide de **1400 €** devrait être affectée à chaque pays qui souhaite s'y lancer, y compris le coût d'envoi de petit matériel.
- Pour la partie recherche, nous espérons que les contacts entre les universités africaines et les institutions de recherche déboucheront sur des projets communs avec séjours de quelques mois dans les laboratoires européens. Notre rôle pourra être de **participer aux frais de voyage**, dans la limite de **1000 €** par pays.

Le montant global basé sur les estimations précédentes est de **7000 € par pays**, soit pour la participation de dix pays dans la phase pilote, un budget de **70 000 €**. Trois pays supplémentaires devraient être pris en charge par l'[International Science Program](#) (ISP- Suède). Aucun per diem ne sera versé aux participants.

Par ailleurs, les pays africains qui le peuvent participeront au financement et pourront également augmenter le nombre de formations.

Liste des équipements à acheter

. **Matériel pour fabriquer des panneaux solaires** (Cellules solaires, fer à souder, voltmètre, résines, connecteurs, chargeurs, etc.)

. **Education vulgarisation:** le kit « Light Box » permet de réaliser de nombreuses expériences basées sur la lumière. Il est utile à tous niveaux : écoles primaires, collèges, lycées, travaux pratiques à l'Université. Coût unitaire 150 €.

. **Travaux pratiques de physique sur la cellule solaire:** Arduino, multimètre, câbles, fer à souder...

Suivi des formations

Un retour-bilan sur les apports des formations est nécessaire ; il sera établi à partir de rapports pour chaque pays impliqué ainsi que de témoignages de participants. L'objectif est la continuité des formations après la formation de formateurs initiale.

ANNEXES :

-Annexe 1 : Comités pour la conduite du projet

-Annexe 2 : Zones géographiques et contacts de collègues africains pouvant collaborer pour mettre en œuvre le projet.

-Annexe 3 : Applications de l'énergie solaire pour la recherche et applications.

-Annexe 4 : Infographie sur l'électrification de l'Afrique

-Annexe 5 : Liste des équipements à acheter.

ANNEXE 1 : COMITÉS POUR LA CONDUITE DU PROJET

Comité d'organisation

Professor **Jérémie Zoueu**, Professor **Paul Woafu**, **François Piuzzi**, **Arouna Darga**, **Pierre Chavel**, **Haidar Riad**, **Dave Lollman**, **Pierre-Richard Dahoo**, **Dam be Douiti**, **Odette Fokapu**, **Marius Kamsap**, **Alain Brice Mouboussi**.

Des scientifiques de Suède, Tanzanie, Kenya, Ouganda, doivent être ajoutés.

Comité scientifique

Daniel Lincot (ex-directeur scientifique de l'IPVF), **Haidar Riad** (directeur scientifique Onera), **Emmanuel Maisonhaute** (professeur électrochimie Sorbonne Université), **Michèle Leduc**, **Christophe Daussy** (président commission Enseignement SFO), **Massimiliano Marangolo**, **Mikkel Bridegaard** (Université de Lund), **Jérémie Zoueu**, **Jean-François Joanny** (professeur au Collège de France).

Comité de parrainage

Jean Jouzel, **Christophe Rossel** (ex-président EPS), **Majed Chergui** (Professor EPFL), **Ariel Levenson** (Président SFO), **Guy Wormser** (Président SFP), **Daniel Rouan** (Vice-président SFP)

PARTENAIRES : il s'agit d'un projet ouvert à tous les pays africains ainsi qu'à des partenaires de toutes nationalités. Les partenaires qui coopèrent à ce projet sont pour l'instant :

- **SFP** (société savante)
- **SFO** (société savante)
- **ISP** (International Science Program, Institut suédois de coopération pour le développement)
- **Puya internationale** (Grenoble ONG)
- **APSA** (ONG) Association pour la Promotion Scientifique de l'Afrique
- **EPS** (société savante)
- **Chimistes sans frontières** (ONG)
- **Swiss Physical Society** (société savante)
- **Darga tech** (entreprise Burkina Faso)
- **Fianaralab** (association université de Fianarantsoa Madagascar)
- **Diasporeine Africa** (organisme de formation)
- **SOAPHYZ** (Société Savante réunissant les sociétés de physique des pays de l'Afrique de l'ouest)
- **AFSIN** (Réseau de formation pour doctorants provenant d'une dizaine de pays d'Afrique francophones et anglophones)

ANNEXE 2 : COLLEGUES AFRICAINS POUVANT COOPERER POUR METTRE EN OEUVRE LE PROJET

1. Zones géographiques où nous avons déjà des contacts :



A. AFRIQUE DE L'OUEST:

(i) Burkina Faso, Mali, Niger, Senegal, Tchad et (ii) Bénin, Côte d'Ivoire, Ghana, Guinée, Togo.

Jérémie Zoueu propose que l'union des sociétés de physique de l'Afrique de l'Ouest, SOAPHYS (BENIN, BURKINA, COTE D'IVOIRE, MALI, NIGER, SENEGAL, TOGO avec le GHANA qui devrait les rejoindre rapidement) organise les formations dans cette zone géographique. C'est également dans ces pays que se déploie le réseau **AFSIN** financé par l'ISP suédois, géré par Jérémie Zoueu.

Contacts :

BENIN : **Epiphane Cododji**

BURKINA : **Arouna Darga, Francis Bassono** Université Ki-Zerbo, **Koalaga Zacharie** (spécialisé sur l'enseignement à distance)

CÔTE D'IVOIRE : **Jérémie Zoueu**

TOGO : **Dam be Douti**

MALI : **Mahamadou Seydou**

SENEGAL : **Maimouna Diouf, Lat Sow, Marie Pasqualine Sarr** Université de Bambey, **Amadou Seidou Maïga, Djicknoum Diouf, Gabriel Tevi**, Université Gaston Berger (Saint Louis).

NIGER : **Saidou Madougou**

Contacts pour les pays proches de cette zone géographique qui n'ont pas encore adhéré à SOAPHYS :
GUINÉE **CAMARA Mohamed Ansoumane**.

B. AFRIQUE CENTRALE:

CAMEROUN **Paul Wofo, Norbert Tchitnga, Bonaventure Nana, Alain Tiédieu**

REPUBLIQUE CENTRE-AFRICAINE (RCA) **Paul Wofo** a des contacts)

GABON **Alain Brice Mouboussi, Marius Kamsap**

REPUBLIQUE DEMOCRATIQUE DU CONGO, (RDC) : **Raïssa Malu**

C. ILE MAURICE, MADAGASCAR, COMORES : (**Dave Lollman, Pierre Richard Dahoo, Wenceslas Rajahandriabe, Herinirina Fanevamapiandra**). Dave Lollman est en ce moment à l'île Maurice et il va essayer d'obtenir des contacts aux Comores. Nous souhaitons aussi associer l'université de l'île de la Réunion à cette zone géographique.

2. Zone géographique pour laquelle les contacts seraient assurés par l'ISP :

D. KENYA, OUGANDA, TANZANIE : l'ISP (International Science Program, Université d'Upsala, Suède) est très actif dans ces trois pays (par exemple certaines actions y ont déjà été organisées en photonique appliquée par Mikkel Brydegaard de l'université de Lund). Son Directeur a accepté de suivre les opérations dans ces pays. Récemment, Baudouin Dillman, membre de PsF, est devenu professeur dans une université privée, Strathmore University à Nairobi. Il est intéressant de noter que certains échanges entre l'Afrique de l'Ouest et l'Afrique de l'Est, impliquant des doctorants et des professeurs, ont été effectués par le biais du réseau AFSIN soutenu par l'ISP (responsable Jérémie Zoueu).

3. Autres zones

E. Iles du CAP VERT, ANGOLA, MOZAMBIQUE : il faudrait se rapprocher de la réunion des sociétés de physique lusophones qui se tiendra en septembre. Le PORTUGAL et le BRESIL en font partie et pourraient aider à la diffusion de ce projet. Nous allons essayer de contacter Tereza Pena de la Société portugaise de physique.

F. Afrique centrale Ouest : RWANDA, BURUNDI, où l'ICTP a de bons contacts.

Le projet sera présenté à ces différents pays, l'université où se dérouleront les ateliers sera choisie par eux et chaque pays pourra également apporter des modifications au programme et choisir quelle activité sera développée dans le cadre de la proposition. Nous essaierons de nommer un responsable scientifique par pays ou zone géographique.

Cette proposition est globale puisqu'elle couvre différents aspects du solaire photovoltaïque, de la fabrication de panneaux solaires à la recherche sur les cellules solaires ainsi qu'à l'éducation et la vulgarisation.

Nous avons déjà mis en œuvre, avec la coopération d'autres associations, certains volets du projet pour le Sénégal, la Guinée, le Burkina Faso, Madagascar.

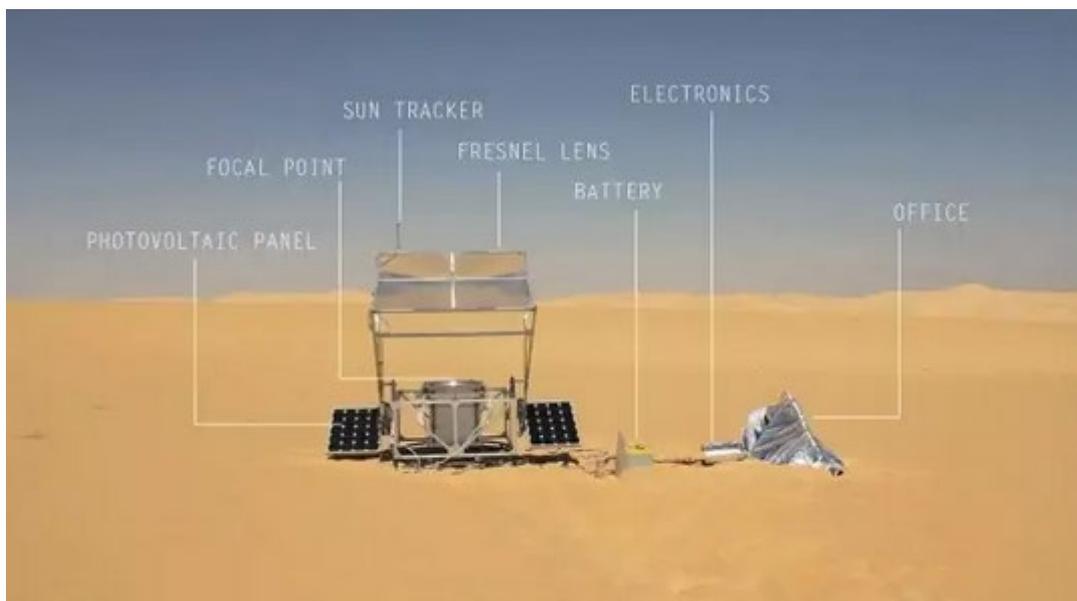
Une partie du matériel de mise en œuvre et de construction peut être réutilisée pour plusieurs formations (dans le même pays). Lors des premières formations régionales, il faudra détecter les enseignants susceptibles de reproduire la formation dans leurs pays respectifs.

ANNEXE 3 : APPLICATIONS DE L'ENERGIE SOLAIRE POUR LA RECHERCHE ET LES APPLICATIONS, QUELQUES EXEMPLES.

APPLICATIONS DE L'ÉNERGIE SOLAIRE POUR LA RECHERCHE ET APPLICATIONS (exemples)

- ✓ Source d'énergie pour les imprimantes 3d dans les endroits où l'énergie électrique est soumise à des courts-circuits. Ex alimentation d'imprimantes 3D
- ✓ Fabrication : promotion d'un article de l'EPFL avec détournement de technologie en récupérant la méthode de spin coating. <https://phys.org/news/2022-01-technique-boosts-efficiency-sustainability-large-scale.html> Nature Communications (2022). DOI: [10.1038/s41467-021-27740-4](https://doi.org/10.1038/s41467-021-27740-4)
- ✓ Efficacité des cellules à base de perovskite <https://techxplore.com/news/2021-04-perovskite-solar-cells-power-conversion-efficiency.html>
- ✓ Impression 3D avec des métaux dans le désert avec l'énergie solaire <https://www.youtube.com/watch?v=ptUj8JRAYu8>

<https://www.sculpteo.com/blog/2011/06/28/green-additive-manufacturing-in-the-desert/>



- ✓ Ingrédients que l'on trouve en cuisine pour améliorer les cellules solaires : <https://www.bbc.com/future/article/20210128-the-kitchen-cupboard-ingredients-that-improve-solar-cells>
- ✓ Moteur solaire direct : SAUREA moteur solaire Video Youtube (avec sous titres en anglais) : <https://youtu.be/e-gONn6PSv0>
- ✓ Fabrication de séchoirs solaires de fruits et légumes : projet à Madagascar des « Diasporeines » de Odette Fokapu.

Grand équipement de recherche : le four solaire d'Odeillo

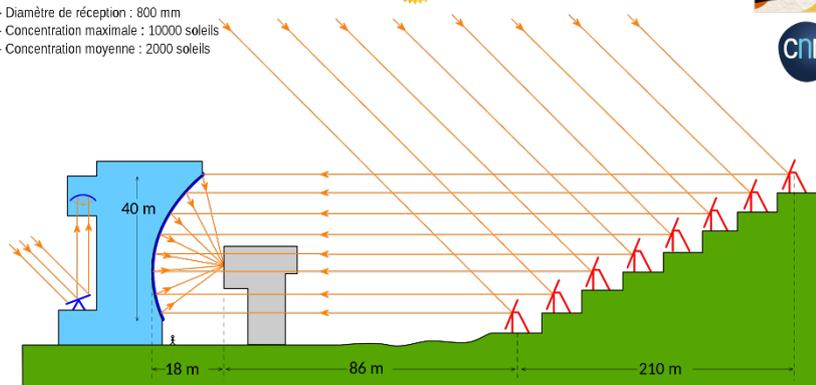
Un équipement du même type (voir image suivante) , mais de moindre taille (pour limiter les couts) devrait être installé en Afrique car il permettrait un test thermique des matériaux sans passer par des laboratoires distants.

Four solaire Odeillo (F. Piuzzi) https://fr.wikipedia.org/wiki/Four_solaire_d%27Odeillo
CNRS PROMES



Caractéristiques énergétiques

- Flux total concentré : 1000 kW
- Diamètre de réception : 800 mm
- Concentration maximale : 10000 soleils
- Concentration moyenne : 2000 soleils



Héliostats

- 63 réflecteurs plans disposés sur 8 terrasses
- Dimensions 7,5 x 6 m = 45 m² ; soit au total 2835 m²
- 180 facettes de 50x50 cm ; soit au total 11340 facettes
- Réflecteur : argenture face arrière
- Verre flotté purifié, épaisseur 4 à 8 mm

Concentrateur

- Parabololoïde de révolution
- Distance focale de 18 m
- Hauteur 40 m, largeur 54 m
- Surface apparente 1830 m²
- Environ 9000 facettes d'environ 45x45 cm
- Verre trempé courbé, épaisseur 4,5 mm

Bâtiment Four

- Hauteur du foyer au dessus du sol : 17 m
- Altitude de l'axe focal : 1547,80 m
- Cabine focale de 4 x 4 x 4 m
- Portes de protection en acier réfractaire

APPLICATIONS DE L'ÉNERGIE SOLAIRE POUR DE MEILLEURES CONDITIONS DE VIE

Proposition de Arouna Darga : disponibilité d'une source de lumière pour les enfants après l'école

La **boîte à lumière** : cela consiste en un boîtier construit en carton qui contient une batterie qui est confiée à un écolier qui l'amène chaque jour à l'école pour la recharger à partir d'une source d'énergie alimentée par l'énergie solaire. Cette batterie permet à l'enfant de faire fonctionner une lampe led et également de recharger un téléphone portable de la famille. Le boîtier peut être construit par des personnes du village ;

La bouteille solaire : dispositif permettant d'obtenir une source de lumière « artisanale » en utilisant l'impression 3D et la diffusion de la lumière par l'eau.

<https://hackaday.io/project/185217-diy-solar-bottle-lamp>

Le but est de trouver des petites entreprises qui pourraient en monter. Un modèle similaire existe qui emploie des bocaux en verre.



APPLICATIONS DE L'ÉNERGIE SOLAIRE POUR EDUCATION- VULGARISATION :

- ✓ Cellule solaire réduite à l'essentiel : <https://www.instructables.com/Tiny-Solar-Cell/>
- ✓ Moteur solaire « **Mendocino** » (démonstration pour l'éducation) : <https://mail.google.com/mail/u/0/?shva=1#search/lincot/FMfcqzGmvTvDPqntzNPclVLXvXLXGjx?projector=1>

How to make solar Mendocino Motor

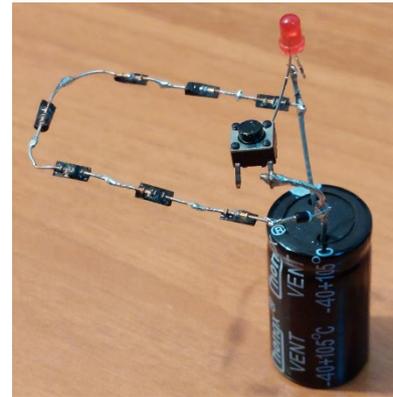


✓ *Fabrication de petites cellules solaires pour l'éducation :*

i) Un « squelette » de cellule solaire à des fins pédagogiques : basé sur des diodes 1N4001!

<https://www.instructables.com/Tiny-Solar-Cell/>

Voici un petit dispositif qui peut être fabriqué n'importe où à l'aide d'un fer à souder et de quelques composants électroniques très courants. C'est l'un des éléments de base pour comprendre le fonctionnement des cellules solaires. Le lien indique la méthode à suivre. Le coût est très faible.



ii) Aller vers la fabrication de cellules solaires à colorants (cellule de Graetzel EPFL)

Il faudrait essayer de trouver des produits locaux (baies locales, caroube ? Il est intéressant pour les jeunes garçon et filles de pouvoir produire de la lumière par une led alimentée par une cellule solaire à colorants. La consultation du site Wikipédia suivant est recommandée :

https://www.wikihow.com/Make-Solar-Cells?utm_content=buffer3119&utm_medium=social&utm_source=pinterest.com&utm_campaign=buffer

[Cells?utm_content=buffer3119&utm_medium=social&utm_source=pinterest.com&utm_campaign=buffer](https://www.wikihow.com/Make-Solar-Cells?utm_content=buffer3119&utm_medium=social&utm_source=pinterest.com&utm_campaign=buffer)

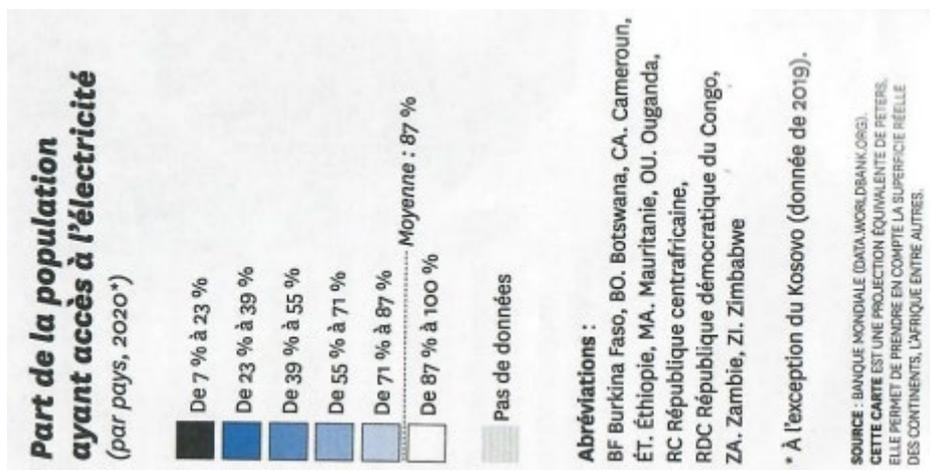
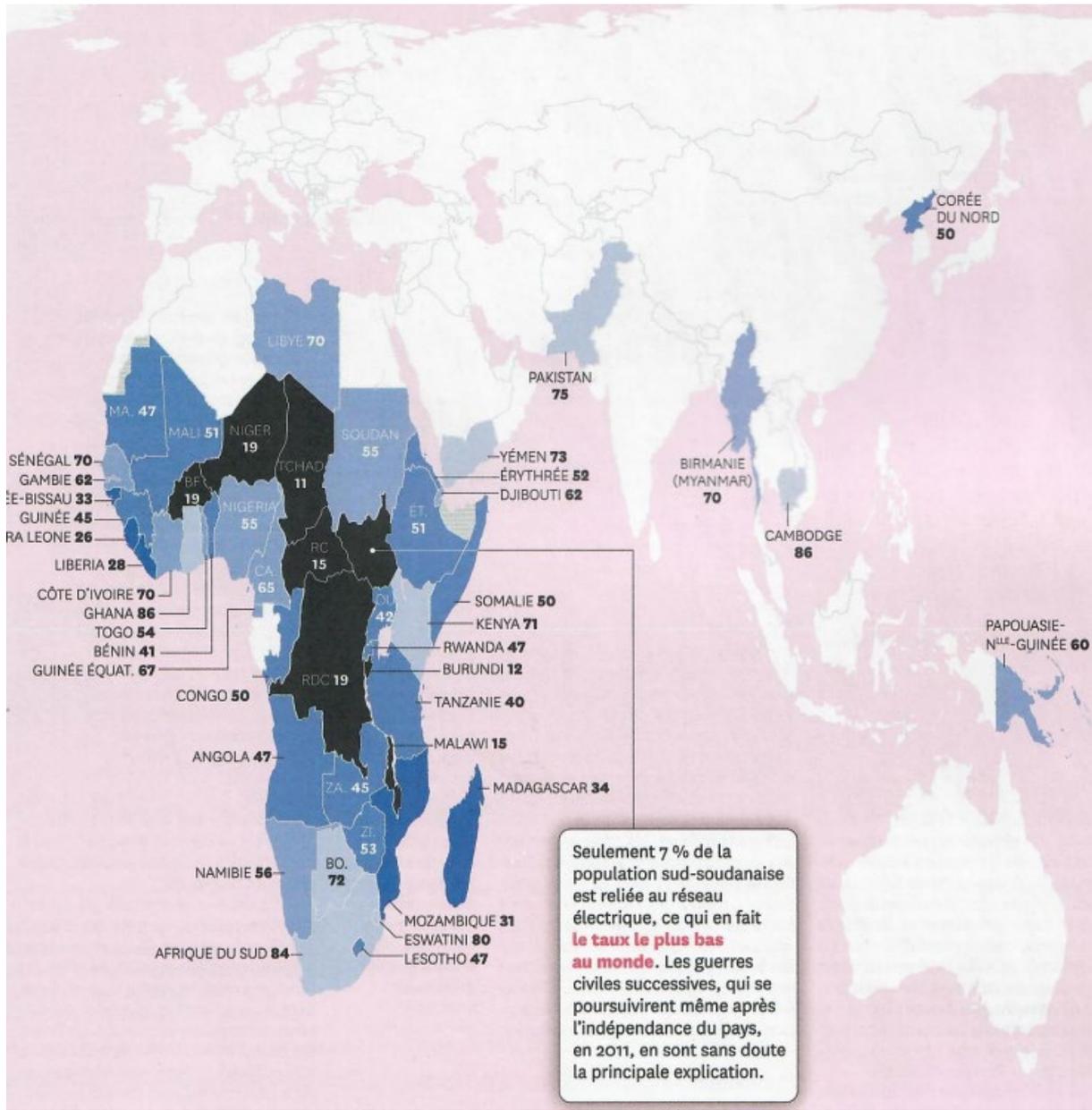


C'est la continuité de ce qui avait été initié par le professeur **Graetzel** et ses collaborateurs à l'**EPFL**.

Ce sont seulement des exemples mais nous sommes ouverts à d'autres propositions.

ANNEXE 4 : INFOGRAPHIE SUR L'ELECTRIFICATION DE L'AFRIQUE

Infographie de l'Article de Courrier international hors série septembre octobre 2022 : « Privés d'électricité, privés d'avenir ».



-ANNEXE 5 : LISTE DES EQUIPEMENTS A ACHETER.

Matériel pour fabriquer des panneaux solaires (Cellules solaires, fer à souder, voltmètre, résines, connecteurs, chargeurs, lampes led, etc...)

Education vulgarisation: Kit « Light Box » (prix 150 €), le kit light box permet de réaliser de nombreuses expériences basées sur la lumière. Il est possible de travailler à différents niveaux ; écoles primaires, collèges et lycées, travaux pratiques à l'Université.



Le kit light box: ce kit a été lancé par Christophe Daussy, président de la commission enseignement de la Société française d'optique (SFO), en collaboration avec l'ONG "**Atouts Sciences**". Le kit peut être utilisé à différentes fins, de l'école primaire à la pratique universitaire. Il est important d'insérer des cellules solaires dans le kit.

<https://www.atouts-sciences.org/lightbox-cpol>

Le coût du kit est de 150 €, le président de la SFO, **Ariel Levenson**, souhaite envoyer le kit dans de nombreux pays africains et il veut lancer une action de crowdfunding pour obtenir des fonds.

Travaux pratiques de physique sur la cellule solaire :

Arduino, multimètre, cables, fer à souder, etc...