



éducation21

Bildung für Nachhaltige Entwicklung
Education en vue d'un Développement Durable
Educazione allo Sviluppo Sostenibile
Furmaziun per in Svilup Persistent

Développer des compétences transversales dans l'enseignement des sciences: l'exemple du projet «Sciences de base pour développement durable»

Compétences et thèmes transversaux dans le développement du gymnase

Conférence nationale ZEM CES

Campus Muristalden, Berne, le 27 septembre 2023

Dre Ariane Huguenin, éducation21

Dre Barbora Bruant Gulejova, Université Bern / ATLAS expérience du CERN



Jahre Engagement für BNE
ans d'engagement pour l'EDD
anni d'impegno per l'ESS



Plan

1. L'éducation en vue d'un développement durable (EDD):
cadrage théorique
2. éducation21: qui sommes-nous?
3. Le projet « Sciences de base pour développement durable

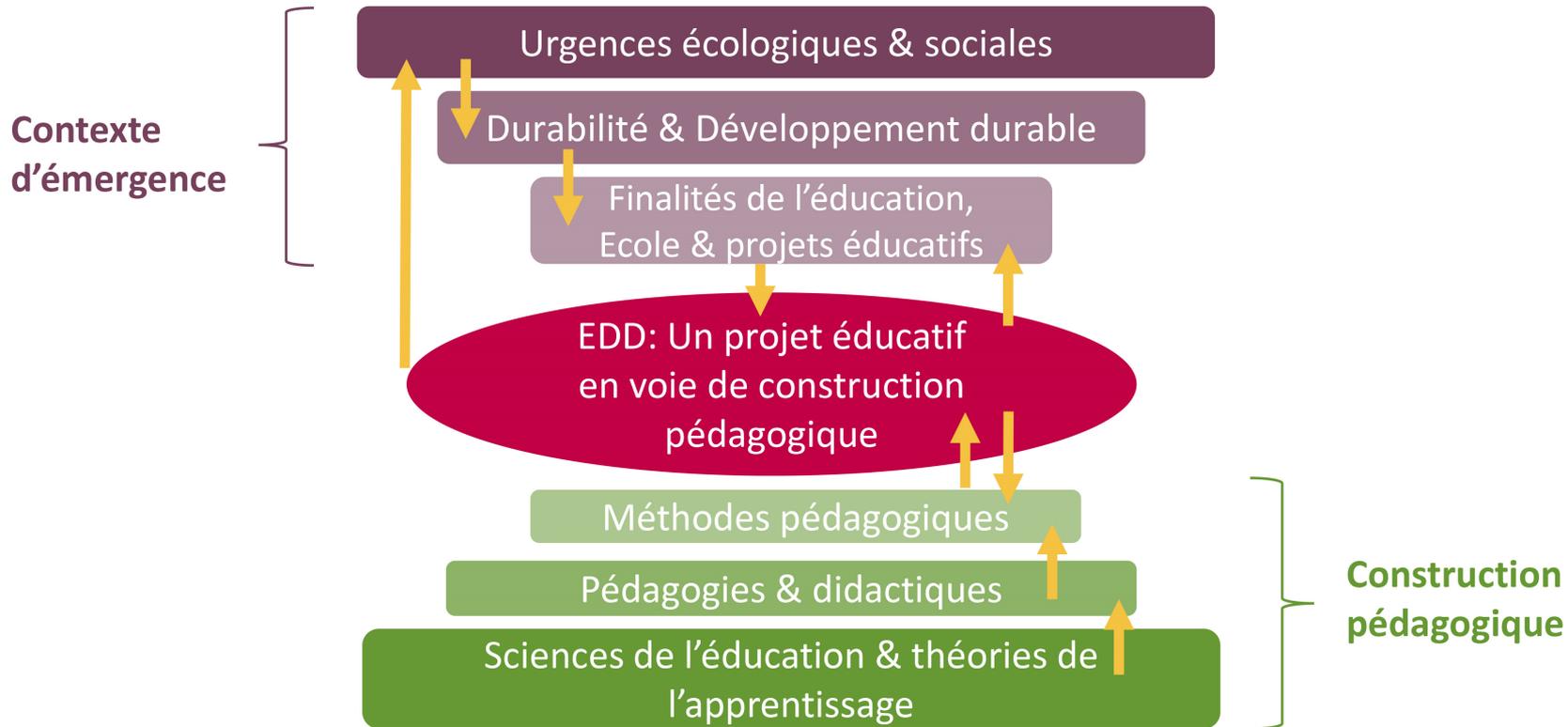
 - 3.1 Composante externe
 - 3.2 Composante interne

4. Discussion



1.L'EDD: cadrage théorique

Éducation en vue du développement durable



Éducation en vue du développement durable

Finalité de l'EDD:

- contribuer à un monde plus durable.

Objectif de l'EDD:

- participer à transformer l'enseignement et l'apprentissage pour que l'éducation corresponde aux besoins (perçus) de l'avenir (et déjà du présent!).

But de l'EDD:

- doter les apprenant-e-s de connaissances et compétences pour penser et agir, de manière autonome, dans un monde complexe marqué par des mutations écologiques, sociales et économiques profondes.



Contribution des sciences à l'EDD

Urgences écologiques et sociales	Vulgarisation des faits fondés scientifiquement et de l'état de l'art (climat, biodiversité, inégalités etc.)
Durabilité et développement durable	Vulgarisation des modèles de durabilité; mise en perspective des faits scientifiques selon les modèles
Finalités de l'éducation, Ecole et projets éducatifs	Interventions dans les écoles et la cité; offres pour les élèves les plus jeunes; dialogues avec les enseignant.e.s
Construction pédagogique	Promotion de l'interdisciplinarité
Autres défis	Participation à des projets éducatifs de l'EDD (ex. projet Sciences de base pour développement durable)

2. éducation21: qui sommes-nous?



éducation21

En bref:

- Centre national de compétence et de prestations pour l'EDD
- Agence spécialisée de la CDIP
- Fondation
- Mandat: Etat, cantons, société civile

Missions:

- Soutien à la mise en oeuvre de l'EDD dans l'enseignement au Sec I et au Sec II
- Ancrage de l'EDD dans les Plans d'études
- Conseils aux écoles, enseignants et aux intervenants externes



éducation21

Prestations:

- Films didactisés, moyens d'enseignement, dossiers thématiques en libre accès
- Exemples de pratiques pour les enseignant.e.s et les écoles
- Aides financières pour développer de nouveaux moyens d'enseignement
- Publication d'articles dans des journaux spécialisés (Gymnasium Helveticum par ex.)



Home | Contact | DE FR IT | Liens ▾

Enseignement et école | Acteurs et réseaux | EDD | Actualité | éducation21

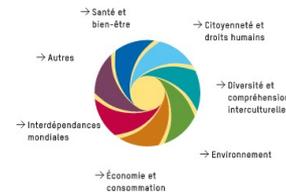


Cadeau de jubilé : tous les films disponibles gratuitement

Dans le cadre de son 10^e anniversaire, éducation21 met gratuitement à disposition les films présentés sur le portail VOD.

→ Films disponibles gratuitement → Base de données de films

Thèmes



Nouvelles

23.08.2023 [La valeur de l'eau](#)

22.08.2023 [Un menu pour l'avenir à l'école. Vers une alimentation durable](#)

15.08.2023 [Journée de la démocratie](#)

14.08.2023 [ResponsAbilita](#)

3. Le projet « Sciences de base pour développement durable »

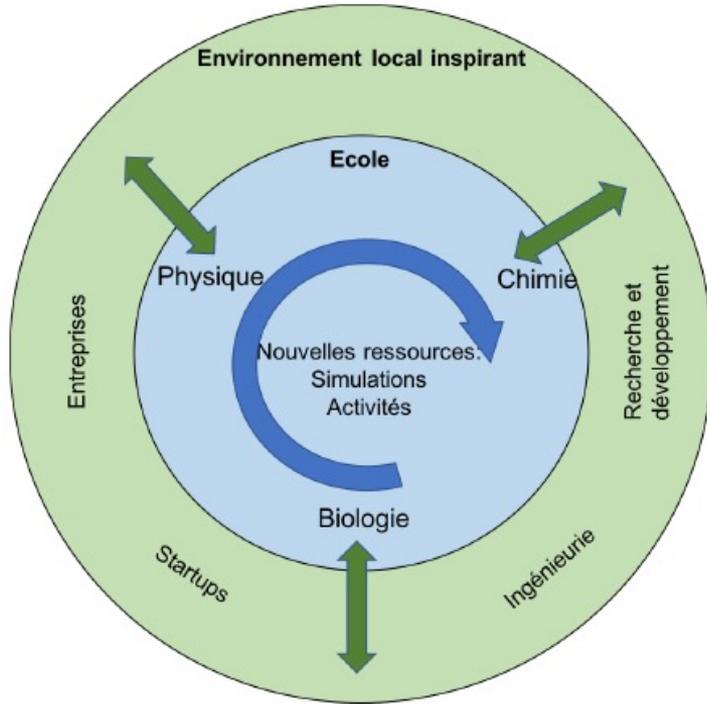
Origine du projet / structure du projet / compétences EDD visées / partenaires



Constats à l'origine du projet

1. « La société compte sur les nouvelles technologies et l'innovation pour résoudre les défis sociaux globaux et atteindre les objectifs de développement durable. Mais peu réalisent que ce sont les sciences de base qui sont au cœur de leur développement et production. »
2. « L'enseignement des thématiques liées au développement durable se situe encore « en dehors » des sciences et techniques et il manque aussi des ressources pédagogiques en physique, chimie, biologie permettant une réelle collaboration interdisciplinaire. »

Les deux composantes du projet



Composante externe:

- développer des synergies entre l'école et son environnement externe.

Composante interne:

- Renforcer les liens interdisciplinaires entre disciplines scientifiques de base.

Compétences transversales (EDD) concernées

Compétences cognitives:

- Pensée en système
- Pensée créative

Compétence socio-émotionnelle:

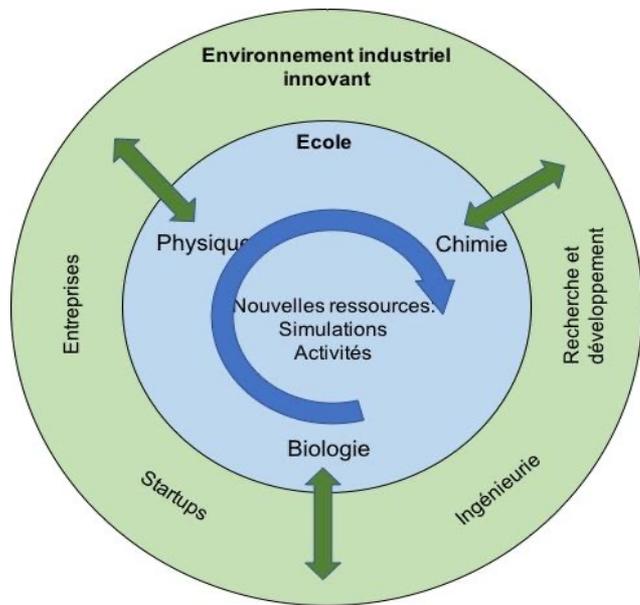
- Collaboration

Compétence méta-cognitive

- Sentiment d'appartenance au monde



Partenaires du projet



Youth@STEM4SF

Graasp CLIMATE

- ✓ Lien au développement durable
- ✓ Lien avec la réalité
- ✓ Interdisciplinarité
- ✓ Egalité des genres



3.1 Composante externe du projet

Youth@STEM4SF





Youth@STEM4SF

Eviter le vide scientifique!



Inspirer les jeunes talents pour les carrières STEM par la R&D innovante en science-industrie pour le développement durable

Dr. Barbora Bruant Gulejova, PhD

STEM ambassador, UNIBE / ATLAS experiment at CERN

Society Engagement Responsible, Swiss Physical Society

Big Science Business Forum representative in Slovakia

President of NGO S4SF (Science for Sustainable Future)

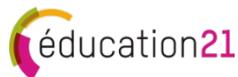
Former Strategic Development Lead, International Particle Physics Outreach Group

Former Head of Community Activities of High Energy Physics Technology Transfer Network

barbora.gulejova@cern.ch

Youth@STEM4SF 1^{er} projet pilote suisse

11 May 2023



Partenaires de connaissance

Gymnase de Bugnon, Lausanne

55 élèves

3 enseignants



5 physiciens et ingénieurs
(dont 2 femmes)



Youth@STEM4SF Equipe du 1^{er} projet pilote suisse

Dr. Philippe Kobel



Youth@STEM4SF 1er projet pilote suisse

VIDEO

Crédit: Clémence Rey

<https://drive.google.com/file/d/1ubn9jdKXzP0OmNVdJlfGEYa3cCLWSZEJ/view>



Science & recherche



Innovations & nouvelles technologies pour résoudre tous les défis



International Year
of Basic Sciences
for Sustainable Development



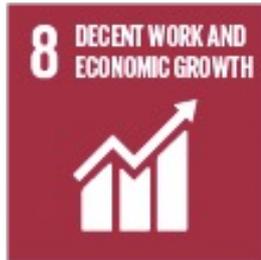
2024-2033: **International Decade of Sciences
for Sustainable Development**



Progrès économique

- ✓ Les industries basées sur la physique sont le 2ème plus grand contributeur au progrès économique suisse après le secteur financier
- ✓ La Suisse est l'un des pays les plus innovants au monde grâce à son investissement dans les centres de recherche et les experts scientifiques – la plupart d'entre eux vient de l'étranger! Durable?

Un nouveau défi important (18!)



Une réalité contre-productive

18



L'intérêt des jeunes à étudier les sciences de base est en baisse!

- En particulier en physique et ingénierie
- En particulier pour les filles

Et pourtant:

- **Les emplois** en STEM augmentent 3 fois plus vite que dans les autres domaines;
- **Aujourd'hui déjà**, les entreprises tech Suisses ont des difficultés pour recruter des ingénieurs!

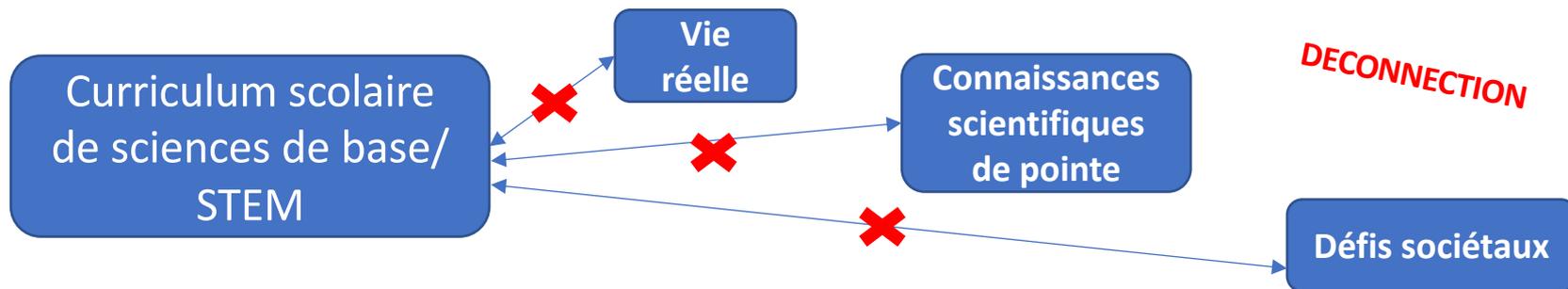
Il est essentiel d'inspirer et motiver **la nouvelle génération de physiciens, ingénieurs et experts techniques** pour amener des solutions en lien avec les ODD!

Comment résoudre cela?

Comment augmenter l'intérêt de jeunes talents à devenir des scientifiques?

La science est souvent mal perçue par la société / dans les écoles comme:

Ennuyant, abstrait, compliqué, difficile, que pour l'élite, que pour les hommes, pas bien payé, quelle carrière?



De plus: Ecoles suisses: ancrage du DD dans l'enseignement.

- MAIS: principalement **en classes de géographie et économie.**

Manque des supports en lien avec durabilité en éducation de sciences => Elèves situent ODD en dehors des sciences de base

Besoin de:

- ✓ changer l'éducation scolaire en sciences de base
- ✓ Augmenter la conscience sur la valeur de science pour la société

Comment augmenter l'intérêt pour physique, ingénierie & STEM?

- ✓ Education des sciences, basée sur **le contexte** est la clef! 

*“Alors qu'une fraction des élèves (de la population !) s'intéresse généralement à la physique, aux sciences et à la technologie, le reste pourrait s'y intéresser si **contexte avec la nature, les humains, applications et la pertinence pour la société, par ex. durabilité.**”*

PhD thèse de Sarah Zochling, CERN

- ✓ **La physique moderne, les technologies de pointe et leurs applications** augmentent l'intérêt

Etudes des écoles en Angleterre & Allemagne expose en physique de particules

Exemple de réussite: *applications médicales des technologies du CERN introduites dans les écoles britanniques en 2017*



Augmentation de nombre d'élèves engagés en ingénierie

-33%



+38%

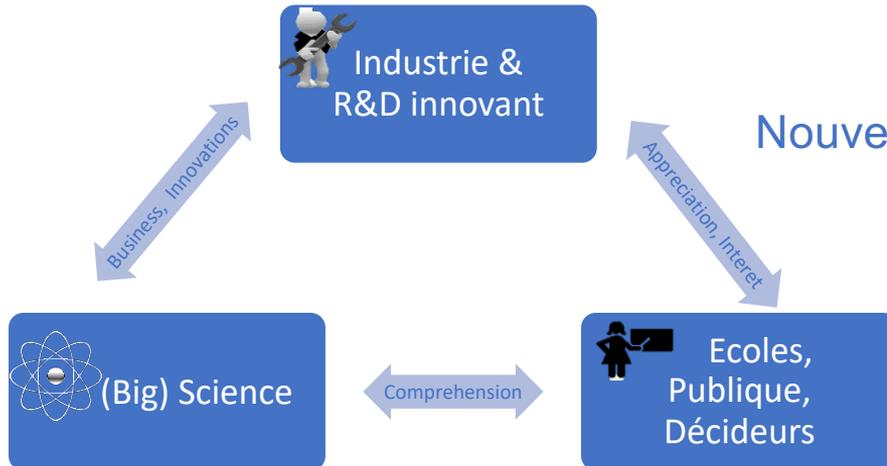
Comment inspirer avec les stratégies inexplorées?

🔑 La clef est: **contexte** avec la vie réelle, société et ses défis!

et **l'industrie** est le lien entre la science et citoyen => donne du contexte!

- Exemples concrets et **tangibles** des **applications**, technologies, spin-offs...
- Opportunités vastes de **carrières** pour les scientifiques au delà du monde universitaire

- LARGEMENT INCONNU
- PUISSANT pour CHANGER ATTITUDE & INTERET



Nouvelle avenue inexplorée dans l'éducation STEM:

Ajouter l'industrie innovante comme 3e pilier en passant de la science au (jeune) public



Atteindre au-delà des convertis

Distribution de la classe du Sec II, gymnase, (population) typique

Comment les motiver

		Distribution de la classe du Sec II, gymnase, (population) typique	Comment les motiver
Convertis	Petit %	Intéressés en sciences, physique & technologies	Sujets classiques, interactions des particules élémentaires, conservation d'énergie, Momentum, Boson de Higgs... 
	Moyen %	Talentueux pour STEM, mais hésitants - stéréotypes (filles) - ne voient pas de perspective de job - ne voient pas les applications pratique (trop abstrait)	Besoin de plus pour convaincre! Contexte peut les engager vers études scientifiques
	Grand %	Jamais en STEM - professionnels futurs en tous domaines non-scientifiques - futurs décideurs et faiseurs d'opinion, leaders de la société	Besoin de plus pour convaincre! Contexte peut les convertir en ambassadeurs de la science en société

Groupe cible



Youth@STEM4SF



“Youth at STEM for Sustainable Future “

“Il n y a pas d'avenir durable sans nouvelle génération de scientifiques”

Inspirer les jeunes talents pour les carrières STEM

Par R&D innovante en science-industrie
pour le développement durable

Youth@STEM4SF

concept de premiers pays 4S+



Suisse

Slovaquie

Espagne

Suède

Slovénie

Plus de pays intéressés à joindre



Premier projet pilote en Suisse en 2023!



Youth@STEM4SF

*Programme unique en son genre reliant la science à l'école
avec la durabilité grâce à l'industrie*

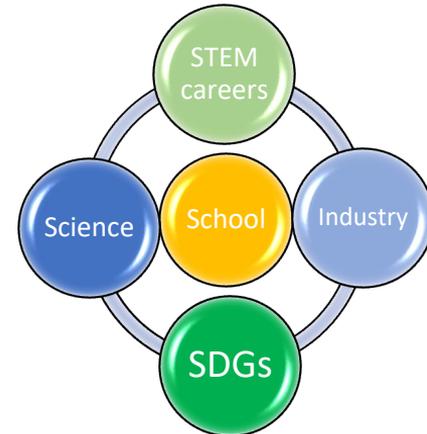


Buts:

- Engager les jeunes talents en physique / STEM*
- Inspirer les futurs leaders de la société sur la valeur de la science, l'importance de prise de décisions basée sur les faits et la pensée critique dans la vie*

Méthode innovante:

- ✓ *amène la physique aux écoles en contexte avec la vie réelle, la société et le développement durable*
- ✓ *montre la physique à l'œuvre dans l'industrie*
- ✓ *fournit des modèles féminins et masculins en physique et en ingénierie*
- ✓ *montre de vastes opportunités de carrière (également au-delà du monde universitaire)*
- ✓ *approche proactive (fait partie du temps de scolarité)*
- ✓ *impact mesuré et données stratégiques visant à plaider en faveur d'un ajustement du système d'enseignement scolaire scientifique*





Youth@STEM4SF



Programme facile à mettre en œuvre en quelques étapes...
(pas de travail pour les enseignants)

1 JOURNEE dans et hors de l'école + suivi

Conférence inspirante d'un scientifique

- science
- société
- économie
- ODD
- emplois

Excursion dans les entreprises de haute technologie

- la science à l'œuvre dans l'industrie
- modèles de rôles
- carrières

Projet étudiant récompensé

- *stage dans une entreprise de haute technologie*
- *Discours au forum de la jeunesse de l'ONU*

Programme international au Big Science Lab

- *Programme de quelques jours + Hacathon sur le thème « La science pour la société »*

L'impact mesure: l'attitude, l'intérêt

Romandie

2023/2024

Suisse
2024/2025

International

> 2025

Youth@STEM4SF – Etapes

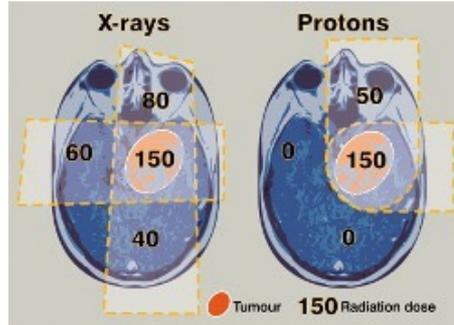
- 1) **Conférence inspirante d'un scientifique:** *la science en contexte avec la vie réelle, société, économie, développement durable, emplois...*

CERN – moteur d'innovation

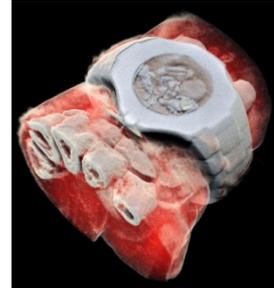
Imagerie médicale
PET, IRM



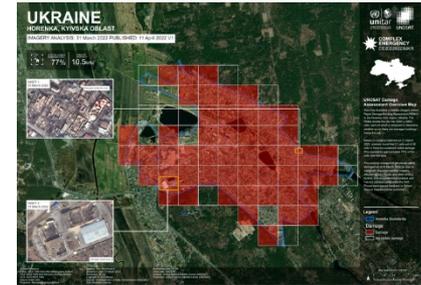
Proton thérapie du cancer



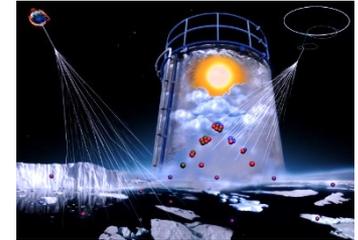
Radiographie
couleur 3D



UNOSAT 
satellite imagery for all



CLOUD expérience
Simulation du climat



Ecran tactile



INVENIO

Bibliothèque digitale de l'ONU

Réduction de la pollution des
eaux
par des navires marins



PlanetWatch
Your planet needs you

Détection des virus



Exemple d'écosystème d'innovation Suisse

csem centre suisse d'électronique
et de microtechnique

Empa

Materials Science and Technology

PAUL SCHERRER INSTITUT

PSI

ETH zürich

EPFL



IBM

ABB

LA ROCHE-POSAY
LABORATOIRE PHARMACEUTIQUE

METAS

Hitachi Energy

COMSOL
MINISTÈRE

Domaines technologiques les plus forts de Suisse

PHOTONIC

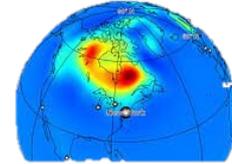


SENSORS



IMAGE PROCESSING

SIMULATIONS / MODELLING



MEDICAL / BIOPHYSICS

NEW MATERIALS



COMMUNICATIONS



QUANTUM TECHNOLOGIES & AI

Que peut-on faire avec un diplôme de physique/sciences ?

Astronaute



Climat, énergie, environnement



CEO d'entreprise



Diplomate Scientifique



Ingénieur: machines, téléphones, routes...



Scientifique médicale, biophysicien



Industrie de précision



Robotique & AI: vie plus simple



Effets visuels, divertissement, formation



Finance durable, anti-fraude...



Industrie de beauté / santé



Youth@STEM4SF - Steps

- 1) Conférence inspirante d'un scientifique:** *la science en contexte avec la vie réelle, société, économie, développement durable, emplois...*
- 2) Excursion dans les entreprises de haute technologie:** *la science à l'œuvre dans l'industrie pour la société, modèles de rôles, carrières...*

Exemple de 1^{er} projet pilote suisse



*Fais l'expérience de la science à l'œuvre dans l'industrie pour la société!
Rencontre les modèles féminins et masculins en science et industrie!*



Youth@STEM4SF – Etapes

- 1) Conférence inspirante d'un scientifique:** *la science en contexte avec la vie réelle, société, économie, développement durable, emplois...*
- 2) Excursion dans les entreprises de haute technologie:** *la science à l'œuvre dans l'industrie pour la société, modèles de rôles, carrières...*
- 3) Projet étudiant récompensé:** *stage en entreprise high-tech; discours au forum de la jeunesse de l'ONU*

DEFIS / COMPETITION: Soyez créatif et montrez à quel point la science est présente dans nos vies !

Stage de 1-3 jours dans une entreprise technologique pendant les vacances



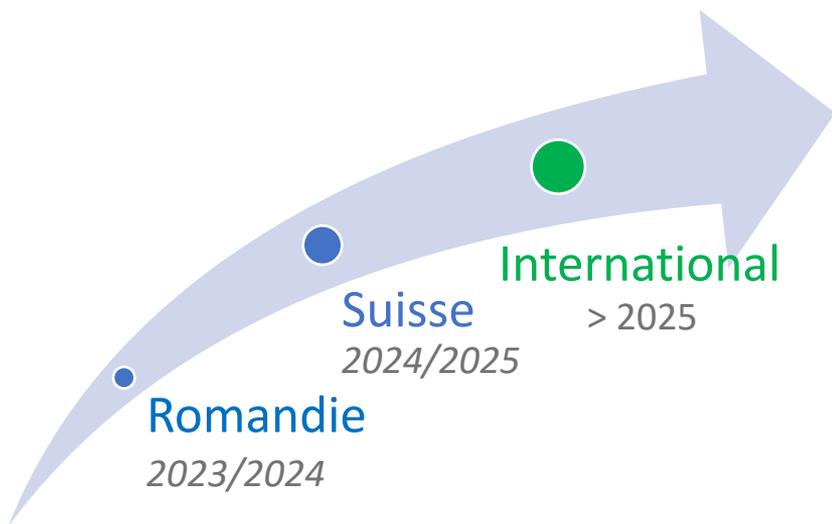
Prix

Discours au forum de la jeunesse de l'ONU à Genève



Youth@STEM4SF – Etapes

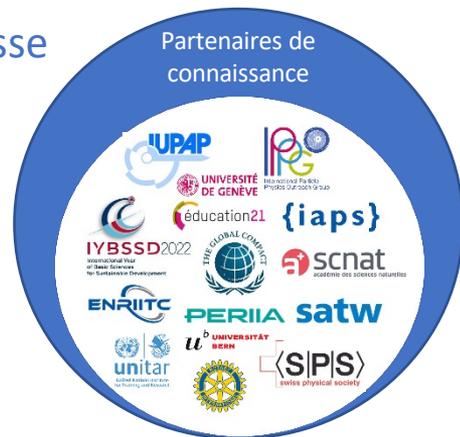
- 1) Conférence inspirante d'un scientifique:** *la science en contexte avec la vie réelle, société, économie, développement durable, emplois...*
- 2) Excursion dans les entreprises de haute technologie:** *la science à l'œuvre dans l'industrie pour la société, modèles de rôle, carrières...*
- 3) Projet étudiant récompensé:** *stage en entreprise high-tech; discours au forum de la jeunesse de l'ONU*
- 4) Programme international au Big Science Lab:** *Programme de quelques jours + Hackathon sur le thème « La science pour la société »*



1^{er} projet pilote suisse

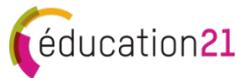
Mai 2023 à Lausanne

Gymnase de Bugnon, ABB, Solstis



Youth@STEM4SF 1^{er} projet pilote en Suisse

11 May 2023



Partenaires de connaissance

Gymnase de Bugnon, Lausanne

55 élèves

3 enseignants



5 physiciens et ingénieurs
(dont 2 femmes)



Youth@STEM4SF Premiers résultats

La plupart des élèves ont réalisé qu'il existe de belles opportunités de carrière avec une formation scientifique!

30% des élèves ont trouvé de nouvelles perspectives de carrière (scientifique) qu'ils n'avaient pas envisagées auparavant !

La plupart des élèves affirment avoir pris conscience de l'omniprésence des applications scientifiques dans nos vies, de l'importance de la science pour le développement durable et le progrès économique.

La plupart des filles ont trouvé la physique et les sciences plus accessibles (surtout grâce aux modèles de rôle) !

La plupart des étudiants savent désormais qu'une approche multidisciplinaire est nécessaire pour atteindre les ODD.

La plupart des élèves pensent désormais à la science lorsqu'ils voient des publicités sur les nouvelles technologies et les innovations à la télévision !

50 % des élèves affirment qu'ils agiront en tant que citoyens scientifiquement instruits et/ou ambassadeurs de la science dans la société au cours de leur vie/carrière future !

Youth@STEM4SF Témoignages d'élèves

«Le projet m'a permis de comprendre à quel point **les sciences fondamentales** étaient présentes dans les inventions qui ont changé le monde et que l'on connaît tous, et également qu'elles **touchent beaucoup plus à notre vie que j'ai cru avant.**»

«Je me suis rendu compte que **les sciences sont vraiment importantes pour la société future et la clef pour le développement durable. Les jeunes devaient se prendre en main.**»

«J'ai appris qu'il est très important de faire de la **multidisciplinarité**, de maintenir la **recherche et d'innover** pour arriver à un **développement durable.**»

«Cela a démontré que les sciences sont **accessibles à tous et toutes** sans avoir besoin d'être très fort en math ou physique... Également j'ai l'impression que la **physique est plus accessible qu'elle paraissait.**»

«J'ai découvert **beaucoup de possibilités de métiers différents / carrières qui nécessitent les sciences.**»

«Le programme m'a **donné envie de m'intéresser plus aux sciences, car il y a plus loin que ce qu'on apprend en classe** dans le cadre scolaire que je trouve limité.»

Youth@STEM4SF

Suite à cette première preuve de concept à Lausanne

2023 /2024: Projet étendu à d'autres écoles suisses

(Genève, Vaud, Valais, Zurich, Bâle...)

OUVERTS À NOUS REJOINDRE!

barbora.gulejova@cern.ch

3+1 avantages forts rapportés par les enseignants (hors impact) :

- ✓ Fournir le lien manquant avec le développement durable
 - ✓ Fournir un lien manquant avec la vie réelle
 - ✓ Effort minimum de la part des enseignants
- ✓ Valeur ajoutée : développement de moyens d'enseignement pour approfondir en classe !

3.2 Composante interne du projet

GRAASP CLIMATE

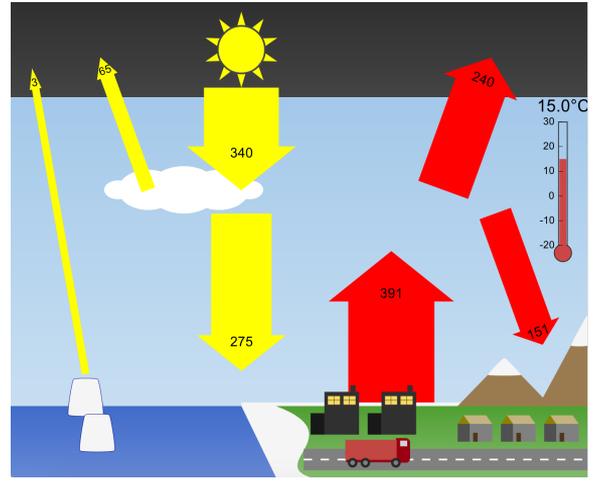
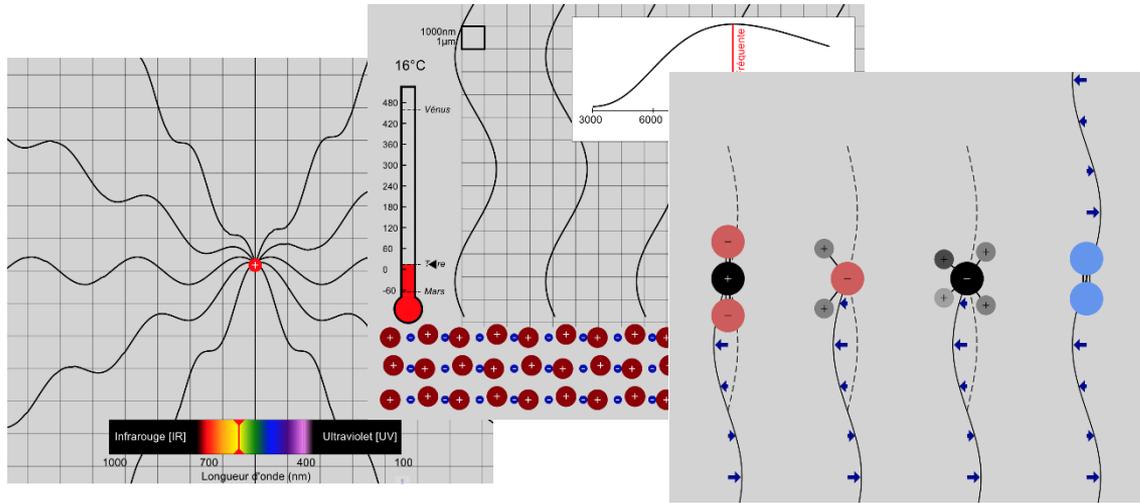


GRAASP CLIMATE

Dr. Philippe Kobel



Gymnase du Bugnon-Sévelin physics teacher
Graasp Climate simulations to teach global warming at school
Graasp association ambassador



GRAASP CLIMATE

But : Développer des simulations et activités numériques permettant l'enseignement du réchauffement climatique en sciences de base

Du 24 avril au 9 juin 2023 : Trois classes de fin de deuxième année (les mêmes classes qui ont participé à la la composante externe Youth@STEMSF) ont bénéficié pour la première fois d'une séquence complète d'enseignement sur les causes physiques du réchauffement climatique, basée sur les quatre simulations déjà développées.

En classe



Les simulations ont été conçues et validées par [Philippe Kobel](#) et [Thierry Gerez](#), (enseignants de physique et chimie au Gymnase du Bugnon), avec la collaboration scientifique de [Stéphane Goyette](#) (Université de Genève) et le conseil didactique de Yves Debernardi et [Nicolas Perrin](#). (Haute école pédagogique Vaud). La conception de l'interaction et le développement ont été réalisés par [Kim Lan Phan Hoang](#) et [Hagop Taminian](#) à l'EPFL (École Polytechnique Fédérale de Lausanne) au sein du Groupe de [Denis Gillet](#), puis consolidés en collaboration avec l'Association [Graasp.org](#).



De gauche à droite: Stéphane Goyette, Denis Gillet, Thierry Gerez, Kim Lan Phan Hoang, Philippe Kobel, Yves Debernardi, et Nicolas Perrin.

Les trois premières simulations se focalisent sur la physique du rayonnement et l'effet de serre. La quatrième simulation intègre ces éléments dans un modèle global du climat.

Simulations

Charge oscillante

Ondes
électromagnétiques
émises par une charge
oscillante



Rayonnement thermique

Rayonnement thermique
émis par une surface
planétaire



Absorption de rayonnement

Interaction entre le
rayonnement et les
molécules de gaz
atmosphérique



Bilan énergétique

Modèle global incluant le
rayonnement, les gaz à
effet de serre, les nuages
et les glaces



Les quatre simulations de physique constituent une suite, car chaque simulation permet de construire les concepts nécessaires à la compréhension de la suivante.

Sim 1 : Génération d'onde électrique (vibration du champ) par une charge oscillante

→ La longueur d'onde émise dépend de la fréquence d'oscillation : IR, VIS, UV

Ingrédient pour expliquer l'

Sim 2 : Emission de rayonnement thermique par la surface d'une planète

→ La fréquence d'agitation dépend de la température

→ La longueur d'onde émise correspond à l'IR

Ingrédients pour expliquer l'

Sim 3 : Absorption et ré-émission IR par molécules à effet de serre

→ Le rayonnement IR est absorbé par les molécules à plus de 2 atomes car elles peuvent s'articuler en rythme avec le rayonnement (mode de cisaillement)

→ L'oscillation des charges partielles dans les molécules à effet de serre ré-émet un rayonnement IR vers le haut et vers le bas

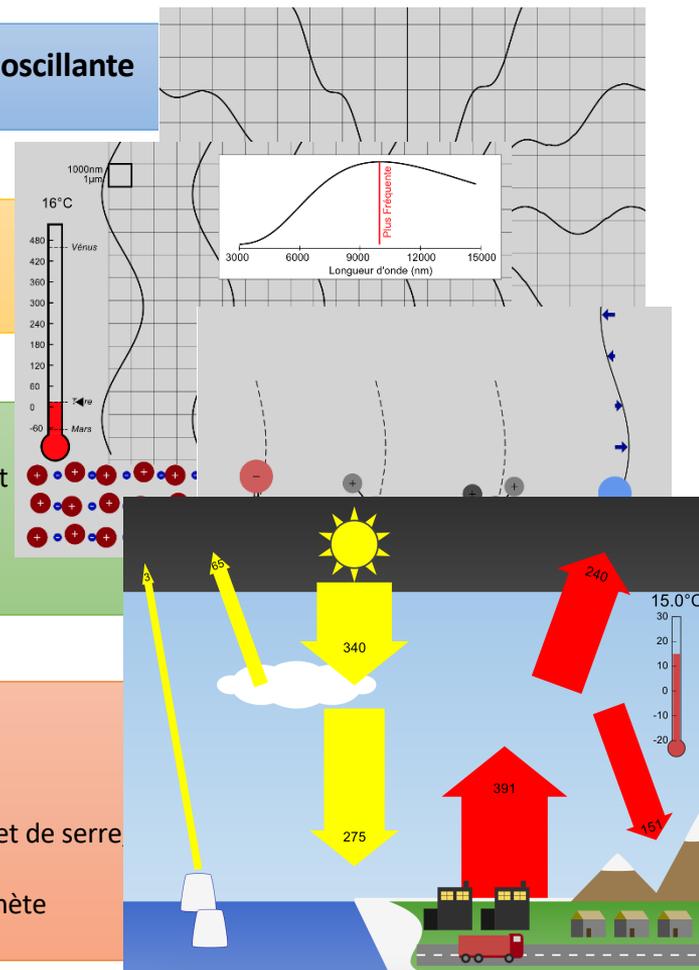
Ingrédients pour construire un

Sim 4 : Modèle global des interactions rayonnement-surface-atmosphère

→ Albédo : Le rayonnement solaire VIS incident traverse l'atmosphère mais seulement une partie est absorbée par la Terre, le reste est réfléchi vers l'espace

→ Effet de serre : Le rayonnement IR émis par la surface sol est absorbé par les gaz à effet de serre mais seulement une partie est ré-émise vers l'espace

→ La température de surface résulte d'une équilibre entre le flux VIS entrant dans la planète et le flux IR s'échappant vers l'espace



Témoignages d'élèves

« On a **enfin compris** ce qui se passe réellement au niveau physique lorsqu'on parle de réchauffement climatique. Cela peut aider pour qu'on aide notre climat avec des méthodes concrètes (au lieu de dire que des paroles). »

« J'ai beaucoup apprécié de savoir qu'il existait des ondes qui viennent de la terre et de l'atmosphère et que tout se stabilisait. J'ai bien aimé que c'était plus de la théorie à **comprendre**, sans trop de calculs. »

« J'ai trouvé ce thème intéressant car il explique pourquoi on peut être climato-sceptique tout en expliquant pourquoi ils ont tort. Ce thème était très **logique et intuitif** ce qui faisait du bien. »

« Le cours était très **ludique** avec les schémas et les différentes activités. »

Perspectives

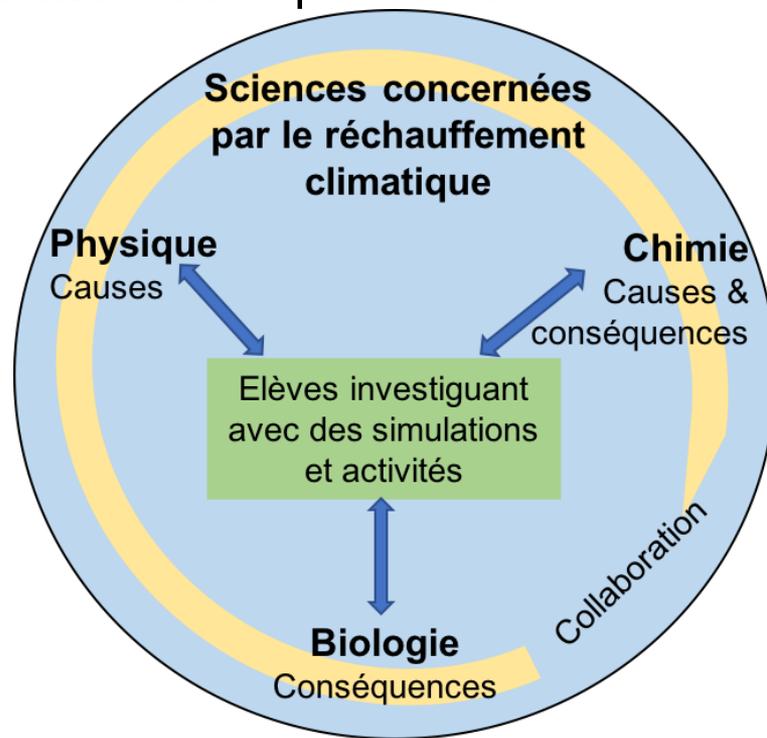
Développer de nouvelles simulations et activités en chimie et biologie, pour cibler également les conséquences du réchauffement, tout en ouvrant la voie à un enseignement interdisciplinaire du réchauffement climatique.

éducation21 permettra de financer la première simulation de chimie qui sera développée cet automne.

Les simulations en chimie et biologie seront disponibles en 2024.

philippe.kobel@eduvaud.chm

climate.graasp.org



4. Discussion

Questions, commentaires critiques, propositions



Un grand merci de votre attention!
N'hésitez pas à nous contacter!

Dre Ariane Huguenin

ariane.huguenin@education21.ch

Dre Barbora Bruant Gulejova

barbora.gulejova@cern.ch

Dr Philippe Kobel

philippe.kobel@eduvaud.ch

philippe.kobel@gmail.com