

Comment les réseaux peuvent-ils contribuer à encourager le développement et la professionnalisation d'un enseignement précoce innovant des STIM dans un monde en mutation ?

Lundell, J.¹, Borde, B.², Filtzinger, B.², Hansen, H.³, Henke, N.⁴, Oberthür, J.,⁴

O'Donnell, C.⁵, Pahnke, J.⁴, Pasquinelli, E.⁶, Sadadou, D.⁷ et Vogel, A. C.⁴

¹ LUMA Centre Finland, Université de Jyväskylä, Finlande

² Siemens Stiftung, Allemagne

³ Centre international des anciens élèves (IAC) Berlin, Allemagne

⁴ Stiftung Kinder forschen (Fondation des petits scientifiques), Allemagne

⁵ Smithsonian Science Education Center, États-Unis

⁶ Fondation La main à la pâte, France

⁷ Office for Climate Education (OCE), France

Résumé : Le monde devient de plus en plus complexe et exige, des apprenants, des membres de la communauté et des sociétés qu'ils acquièrent, entre autres, des connaissances et des compétences dans le domaine des STIM¹. Il est donc nécessaire d'oeuvrer en faveur d'une éducation STIM précoce et de qualité. Ce document décrit comment les réseaux d'impact, formés pour aborder des questions sociales ou environnementales complexes, peuvent promouvoir l'amélioration et la professionnalisation de l'enseignement précoce des STIM. Il vise à soutenir les institutions qui développent des solutions sur le terrain, et par cela à accroître l'impact de leur travail pour une éducation de meilleure qualité et facilement accessible dans le monde entier. Après avoir envisagé l'impact prévu de l'enseignement précoce des STIM dans le contexte actuel, le document présente différents types de réseaux et analyse ensuite les approches adoptées par les six organisations des auteurs et par leurs partenaires dans la mise en place de réseaux éducatifs, dans différents pays. Le document offre une réflexion sur les différentes fonctions et les facteurs de réussite de ces réseaux dans le contexte des pays où ils se sont développés. Enfin, le document fournit des arguments en faveur de la pertinence des collaborations en réseau et du potentiel des réseaux en tant qu'agents de changement, en illustrant leur impact sur l'amélioration de l'enseignement des STIM dans un monde en mutation.

Mots-clés : Enseignement des STIM, réseau d'impact, co-création, collaboration, IDoS

Contact : jan.c.lundell@jyu.fi

Vue d'ensemble

Le présent document expose les résultats d'un dialogue international sur l'enseignement des STIM (IDoS : International Dialogue on STEM Education) mené par six membres identifiés comme les "pairs IDoS" ayant eu lieu en 2022.

Les pairs de l'IDoS sont des organisations de premier plan qui se concentrent sur l'enseignement précoce des STIM et s'engagent dans ce domaine en promouvant et en professionnalisant l'éducation aux STIM de haute qualité dans leurs pays respectifs ou dans des régions d'impact dans le monde (voir le tableau 1).

¹ L'abréviation "STIM" signifie science, technologie, ingénierie (de l'information), informatique et mathématiques. Nous définissons l'éducation aux STIM comme une éducation combinant les concepts et les méthodes de la science, de la technologie, de l'ingénierie et des mathématiques d'une manière intégrée qui transforme la discipline scientifique.



LUMAT-B : International Journal on Math, Science and Technology Education
Publié par l'Université d'Helsinki, Finlande / LUMA Centre Finland | CC BY 4.0



A l'initiative de Stiftung Kinder forschen et de la Siemens Stiftung, les pairs IDoS se réunissent régulièrement, virtuellement ou sur place, et discutent de sujets d'importance stratégique pour leur travail de promotion de l'éducation aux STIM. L'objectif de ce document est de décrire comment les réseaux d'impact (formés pour aborder des questions sociales ou environnementales complexes) peuvent promouvoir le développement et la professionnalisation d'une éducation aux STIM précoce et innovante dans un monde en mutation, en prenant en compte les problématiques du développement durable, celles du numérique et les transformations des environnement de travail. L'article a pour but d'apporter des clés de lecture et des pistes d'action aux institutions engagées sur le terrain de l'éducation, afin d'accroître l'impact de leur travail pour une éducation de meilleure qualité et plus facilement accessible.

Après avoir fait le point sur le besoin, dans le contexte actuel, de promouvoir les initiatives d'éducation aux STIM, et après avoir décrit le type d'impact visé par les organisations engagées dans IDOS et par leurs partenaires, dans l'éducation précoce aux STIM, dans différents pays, le document fait état de différentes typologies de réseaux avec leurs modalités de fonctionnement (partie I). Les auteurs du document mènent ensuite une réflexion sur les fonctions et facteurs de réussite de chaque type de réseau, en s'appuyant sur les études de cas fournies par les pairs IDoS dans différents pays, et en mettant en évidence opportunités et défis rencontrés dans les différents contextes nationaux et internationaux. Le document fournit des arguments en faveur de la pertinence des collaborations entre réseaux et du potentiel des réseaux d'impact en tant qu'agents du changement, en illustrant leur impact sur l'amélioration de l'enseignement précoce des STIM dans un monde en mutation (partie III). Ce document reflète l'état actuel de la réflexion et de la discussion sur le sujet, tel qu'il est partagé par les experts internationaux impliqués. Le dialogue avec les experts de la science et de la pratique se poursuivant, des ajustements futurs sont possibles.

Tableau 1. Liste des organisations homologues de l'IDoS

Nom de l'organisation homologue	Type d'organisation	Année de création	Siège social (pays)	Région de l'impact/activité principal(e)	Type de financement principal
Stiftung Kinder forschen	Fondation à but non lucratif	2006	Berlin, Allemagne	Allemagne	Financement public et privé
Siemens Stiftung	Fondation à but non lucratif	2008	Munich, Allemagne	Allemagne, Amérique latine, Afrique	Capital de la dotation
Centre d'enseignement scientifique Smithsonian	Organisme sans but lucratif (avec un statut quasi-gouvernemental aux États-Unis)	1985	Washington, DC (USA)	Mondial	Dons et subventions (publics et privés)
Centre Luma Finlande	Réseau universitaire à but non lucratif	2013	Helsinki, Finlande	Finlande	Financement public
Fondation La Main à la Pate	Fondation à but non lucratif	2011	Paris, France	France	Financement public et privé
Office for Climate Education	Fondation à but non lucratif	2018	Paris, France	France, Amérique latine, Asie du Sud-Est, Afrique	Financement public et privé

Partie I : Des réseaux pour plus d'impact : Pourquoi et comment les réseaux contribuent à promouvoir le changement dans l'enseignement précoce des STIM

Au cours des dernières années, l'enseignement des STIM a gagné en importance dans de nombreux pays du monde, comme le montre le volume croissant de publications dans ce domaine (Li, Wang, Xiao & Froyd, 2020). Les organisations gouvernementales et non gouvernementales, ainsi que l'industrie privée qui compte sur la constitution d'une main-d'œuvre qualifiée, reconnaissent de plus en plus la nécessité d'une éducation de qualité en sciences, technologie, ingénierie/informatique et mathématiques (STIM) et ceci dès le plus jeune âge (Freeman, Marginson & Tyler, 2019 ; Li et al. 2020). Les auteurs du présent document partagent ce point de vue.

En cette période de crises internationales telles que la crise climatique, la pandémie de COVID-19, la menace de la récession économique imminente et la pénurie croissante de travailleurs qualifiés, la nécessité de préparer les étudiants à relever ces défis devient de plus en plus pressante (Gibson, Short & O'Donnell, 2023). Une éducation aux STIM de qualité est la clé pour aider les enfants à acquérir les compétences nécessaires dans cet environnement changeant, et ceci dès leur plus jeune âge.

L' éducation aux STIM pour le développement durable (un concept introduit dans un document précédent par une partie des auteurs du présent article) vise à favoriser l'acquisition de connaissances et de compétences nécessaires pour une action raisonnée dans le monde actuel, à la fois au niveau local et global. De nombreux arguments plaident en faveur d'une approche intégrée de l'éducation aux STIM pour le développement durable (en anglais : STEM for sustainable development : STEM4SD) :

"L'éducation aux STIM pour le développement durable encourage les enfants et les jeunes à s'appuyer sur leurs compétences STIM et sur les procédés de la science comme base essentielle d'une action raisonnée dans le monde. Les connaissances, les compétences et la compréhension des phénomènes scientifiques, technologiques, techniques et mathématiques sont essentielles pour aider les élèves à comprendre les problèmes qui se présentent à l'échelle globale et à soutenir des actions en société qui relèvent ces défis d'une manière pertinente et fondée sur les connaissances." (Pahnke, O'Donnell & Bascopé, 2019²).

Cependant, la mise en œuvre d'une éducation STIM de qualité se heurte à de nombreux défis. Les ressources financières et l'offre généralisée de programmes de formation professionnelle continue sont limitées. Les acteurs qui opèrent par eux-mêmes courent le risque de ne pas avoir la taille, les ressources humaines et financières, l'échelle et le temps nécessaires pour produire un impact. Pour relever ces défis et promouvoir une éducation aux STIM précoce et de qualité, dans un monde en mutation, la collaboration entre organisations leader dans le domaine de l'éducation précoce aux STIM, et ayant la capacité de créer des synergies durables entre pairs, est essentielle.

Le réseau de pairs IDoS a été créé en 2020 dans le but d'établir un dialogue mondial entre les principaux acteurs éducatifs dans le domaine de l'éducation aux STIM, afin d'en promouvoir davantage l'éducation précoce de haute qualité, et d'accroître la sensibilisation mondiale à ce secteur éducatif à fort potentiel.

Avant sa création, deux conférences internationales IDoS très réussies ont eu lieu à Berlin en 2017 et 2019. Plus de 100 experts du monde entier y ont échangé leur savoir-faire et leurs idées pour de meilleures pratiques et ont discuté des défis de l'éducation précoce aux STIM.

A l'issu de ces conférences s'est fait sentir le besoin d'une plateforme pour favoriser des échanges plus récurrents. En conséquence, à l'initiative des Stiftung Kinder forschen et de Siemens Stiftung, a vu le jour le dialogue international IDoS, entre organisations (les "pairs de l'IDoS") reconnues pour leurs actions dans le domaine de l'éducation précoce aux STIM et du développement durable, et avec la possibilité d'élargir la réflexion à d'autres thématiques d'actualité, telles que l'éducation précoce aux STIM à l'ère numérique.

Les pairs de l'IDoS partagent la conviction que la meilleure façon de faire face aux développements globaux décrits ci-dessus et aux exigences d'une éducation de qualité qui en découlent est de travailler ensemble au niveau international. D'où la recherche d'un échange systématique et régulier autour des connaissances à valeur universelle sur l'enseignement des STIM et des pratiques au niveau local, duquel chaque organisation partenaire puisse profiter de manière durable. En s'engageant avec des organisations de premier plan à travers le monde, les partenaires visent à améliorer l'efficacité de leur travail, en le mettant en œuvre d'une manière spécifique au contexte, basée sur la connaissance et orientée vers la pratique.

Les organisations qui contribuent au présent document s'appuient sur des années d'expérience dans le domaine de l'enseignement des STIM. Elles sont toutes confrontées à la complexité croissante de l'enseignement des STIM. Non seulement les disciplines STIM sont de plus en plus imbriquées à mesure que les objectifs de développement durable évoluent, mais les environnements dans lesquels elles sont enseignées changent également, à mesure qu'ils intègrent des outils numériques tels que les ressources éducatives libres, l'apprentissage mixte ou hybride et l'apprentissage en ligne (c'est-à-dire l'éducation aux STIM dans un monde de plus en plus numérisé).

² Le document "[STEM4SD Education](#)" a été rédigé dans le cadre de la [conférence IDoS 2019](#) et analyse de manière critique comment un accent intégré et transdisciplinaire sur l'éducation STEM basée sur l'enquête pourrait servir à améliorer le développement durable et à renforcer les capacités des générations futures. En tant que tel, le document international promeut l'idée d'un cadre transdisciplinaire d'éducation, reconnaissant le contexte complexe des défis mondiaux et la nécessité d'intégrer les valeurs, l'éthique et les visions du monde en vue de développer des mentalités durables et d'utiliser la science pour faire le bien social. Le document a été approuvé par les différents experts participant à la conférence IDoS 2019, entre autres. Il s'agit d'un exemple de résultat combiné d'auteurs de différents réseaux travaillant en étroite collaboration dans un but commun.

Les organisations spécialisées dans la formation des enseignants et dans la production de ressources pédagogiques doivent être en mesure de s'adapter à ces nouveaux environnements. C'est la raison pour laquelle, après avoir investi dans la mise en place et le maintien de collaborations efficaces avec des partenaires au niveau local et global, les organisations contributrices de ce document ont souhaité former IDOS, en tant que réseau de réseaux spécialisés dans le domaine de l'enseignement précoce des STIM. Par le biais de ce document, les pairs de l'IDoS souhaitent partager leur expérience de travail en réseau avec d'autres organisations qui travaillent dans le domaine de l'éducation aux STIM et réfléchir collectivement :

- Au rôle stratégique des réseaux ;
- A l'impact potentiel des réseaux sur les initiatives locales et globales et sur le développement professionnel dans le domaine changeant de l'enseignement des STIM (et à la nécessité d'évaluer cet impact) ; et,
- Aux facteurs de réussite et les obstacles qui peuvent être rencontrés dans la construction et le maintien des réseaux.

Ce faisant, les pairs de l'IDoS pensent pouvoir inspirer et encourager d'autres initiatives de mise en réseau dans le domaine de l'enseignement précoce des STIM (y compris, y compris dans le cadre de l'enseignement des STIM pour le développement durable et l'enseignement des STIM dans un monde marqué par une numérisation croissante).

I.1 Quel impact les pairs et leurs partenaires s'efforcent-ils d'obtenir dans le domaine de l'enseignement précoce des STIM ?

Les pairs de l'IDoS partagent un objectif commun : renforcer les connaissances et la compréhension des enfants et des jeunes pour l'avenir, en encourageant leurs aptitudes et en développant les compétences nécessaires pour vivre et innover dans un monde avec des problématiques pressantes, des défis et des opportunités qui se jouent à l'échelle globale. Par le biais de leurs initiatives respectives, les pairs soutiennent une éducation de qualité qui encourage le développement de compétences telles que la *communication*, la *créativité*, la *pensée critique* et la *collaboration* (Fadel, Bialik & Trilling, 2017).

Une éducation précoce et de qualité en matière de STIM encourage les enfants à poser des questions et les aide à acquérir des connaissances et des méthodes pour aborder ces questions et pour mener des investigations productives pour l'apprentissage. Une éducation précoce et de qualité en matière de STIM n'est pas seulement bénéfique pour l'alphabétisation des enfants dans les domaines de la science, de la technologie, de l'ingénierie/de l'informatique et des mathématiques, mais elle peut également les préparer à naviguer dans un monde complexe et en constante évolution. L'enseignement des STIM pour le développement durable promeut ce que le Smithsonian Science Education Center appelle le "sustainability mindset" (Gibson, 2021), c'est-à-dire l'ouverture d'esprit et la réflexion, l'équité et la justice, la capacité à connecter le local et le global, la responsabilisation et la capacité d'action. L'éducation précoce aux STIM pour le développement durable promeut ainsi les compétences et les attitudes des enfants nécessaires pour s'engager à long terme dans les questions globales, habilite la prochaine génération de décideurs capables de prendre des mesures éclairées sur les questions socio-scientifiques complexes auxquelles la société humaine est confrontée, aide les enfants à devenir des agents du changement dans leur communauté locale et développe l'esprit d'action nécessaire pour se confronter aux questions socio-scientifiques complexes auxquelles notre planète est confrontée (O'Donnell, 2018).

Les enfants peuvent développer des compétences scientifiques et numériques ainsi qu'une mentalité de durabilité dès leur plus jeune âge. L'acquisition des compétences numériques et de cet état d'esprit de durabilité peut permettre aux individus de contribuer à l'amélioration de la société par leurs actions futures. C'est pourquoi l'enseignement des STIM est largement reconnu comme un élément crucial pour renforcer le capital scientifique d'un pays et stimuler la croissance économique, car il existe des données probantes qui montrent que c'est à travers l'éducation précoce que l'on obtient un impact plus important sur l'économie (OCDE, 2020). Les enfants qui s'intéressent aux matières STIM sont plus susceptibles d'accéder à des emplois où ces compétences sont requises, ce qui profite au marché et compense les pénuries de compétences en STIM qui préoccupent les pays depuis des années.

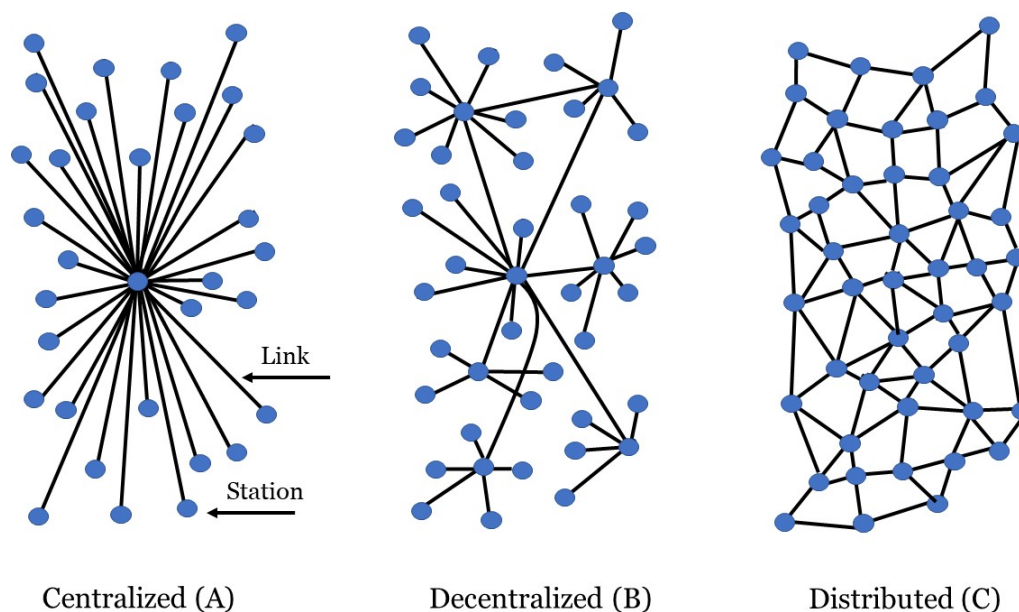
Pour s'assurer que les enfants reçoivent une éducation de qualité, les pairs de l'IDoS et leurs réseaux nationaux et internationaux respectifs s'attachent à fournir aux enseignants, aux éducateurs de la petite enfance la formation nécessaire pour guider les enfants et les jeunes dans leur exploration et leur compréhension quotidiennes du monde. Leurs initiatives proposent des programmes de développement professionnel continu, notamment des formations en présence et des cours en ligne, des événements professionnels et des symposia, ainsi que du matériel pédagogique conçu pour doter les enseignants et les éducateurs des compétences et des outils nécessaires pour créer des environnements d'apprentissage attrayants pour les élèves dans un monde en constante évolution.

I.2 Quel est le potentiel des réseaux pour favoriser l'impact envisagé ?

Pour atteindre leurs objectifs, les pairs de l'IDoS ont développé de vastes réseaux d'impact qui les soutiennent dans leurs missions. Les **réseaux d'impact** sont des réseaux qui adressent des questions sociales, éducatives, environnementales en rassemblant des acteurs dans un objectif d'apprentissage et/ou d'action coordonnée vers un objectif commun (Ehrlichman, 2021 ; Vandor, Leitner, Millner & Hansen, 2019). Ces réseaux rassemblent les acteurs pour qu'ils apprennent et coordonnent leurs actions en fonction d'un objectif commun. Mais qu'est-ce qu'un réseau ?

Au sens générique, un réseau est un "ensemble de connexions qui relie des éléments (discrets)" (Levine, 2015). Les racines du terme proviendraient du langage de la métallurgie et des textiles et "impliquent des fils entrelacés se déplaçant dans de multiples directions plutôt que dirigés vers une fin unique" (Slaughter, 2017). Tous les réseaux ont une forme et une structure et peuvent être définis par leur degré et leur densité de connexions ainsi que par leur centralité (voir figure 1), ce qui signifie qu'ils peuvent être décrits en termes de qui est connecté à qui, à quel point ils sont liés les uns aux autres et à quel point certains nœuds d'un réseau sont critiques et centraux par rapport à d'autres.

Figure 1 : (A) structures centralisées, (B) structures décentralisées et (C) structures distribuées (adapté de Baran, 1964, p. 1)



Les réseaux sociaux relient les individus ou les organisations et sont susceptibles de faciliter l'action collective. En fait, les réseaux interorganisationnels, comme les réseaux des pairs de l'IDoS, sont souvent des moyens délibérés de le faire. Ils se distinguent des marchés et des hiérarchies (Powell, 1990) par une structure plus distribuée qui promet d'être plus résiliente, plus apte à créer des changements et à y répondre (Ehrlichman, 2021).

La manière dont les réseaux naissent et fonctionnent varie. Ehrlichman propose trois fonctions déterminantes (actions ou opérations) et donc trois types de réseaux : les réseaux d'apprentissage, les réseaux d'action et les réseaux de mouvement (Ehrlichman, 2021). Slaughter adopte un angle différent et différencie les réseaux en fonction de leur objectif principal (raison pour laquelle le réseau existe), à savoir : les réseaux de résilience, les réseaux de tâches et les réseaux de passage à l'échelle (Slaughter, 2017). En combinant ces deux perspectives, il est possible de classer les réseaux en fonction de cinq fonctions et objectifs principaux : l'amélioration de la résilience sociale dynamique, le passage à l'échelle des solutions, l'exécution d'actions/tâches ou la création de produits en commun, l'induction d'une dynamique de mouvement commun à différents réseaux, et l'apprentissage (voir le tableau 2).

Tableau 2. Types de réseaux basés sur Slaughter (2017) et Ehrlichman (2021).

Fonction	Réseaux de résilience	Réseaux de passage à l'échelle	Réseaux d'action	Réseaux de mouvement	Réseaux d'apprentissage
Objectif	Amélioration de la résilience sociale dynamique ; renforcement de la force, de la stabilité et des capacités	Concentré sur la mise à l'échelle de solutions prometteuses (upscaling solutions)	L'accent est mis sur l'exécution de tâches et l'action coordonnée, ainsi que sur la création de produits en commun.	Axé sur l'alignement des réseaux autour d'objectifs communs ; induire un mouvement	Axé sur la mise en relation et l'apprentissage des membres

Les six organisations d'IDoS qui contribuent à ce document (voir tableau 1) peuvent être rattachées à différents types de réseaux, sans nécessairement entrer exclusivement dans une catégorie, car elles chevauchent différentes typologies et en remplissent les spécificités. Néanmoins, pour mieux présenter les organisations et leur domaine d'activité, chacune sera associée avec un type précis de réseau.

I.3 Quels sont les exemples de types de réseaux différents pour chaque pair de l'IDoS ?

Siemens Stiftung et ses territoires *STEMplus* - "Resilience Networks" (réseaux de résilience)

Les réseaux de résilience visent à renforcer la force, la stabilité et les capacités de leurs communautés et à améliorer la résilience de la dynamique sociale (voir tableau 2). En tant que fondation internationale à but non lucratif, Siemens Stiftung encourage le développement social durable, qui nécessite l'accès aux services de base, une éducation aux STIM de haute qualité et la compréhension de la culture sous toutes ses facettes. À cet effet, le projet de Siemens Stiftung soutient les initiatives qui permettent de relever les défis actuels de manière responsable. Depuis 2017, Siemens Stiftung a lancé un réseau de territoires *STEMplus* en Amérique latine, où, en plus des matières STIM, un "plus" supplémentaire a été ajouté, qui se réfère aux initiatives ouvertes sur des sujets pertinents autour de domaines tels que les arts, les sciences humaines, les langues, les médias et la durabilité. Les communautés ont la possibilité d'ajouter d'autres sujets en fonction de leur contexte régional (voir Reiss & Filtzinger, 2023).

L'objectif des territoires *STEMplus* est d'encourager et de développer des réseaux éducatifs locaux qui favorisent un environnement favorable pour l'apprentissage et l'enseignement des STIM, où les écoles, les enseignants, les élèves et les acteurs de la société civile, du gouvernement et de l'économie développe en collaboration des outils pour résoudre les problèmes de la communauté et relever les défis futurs de leurs contextes spécifiques. La nature territoriale et collective du modèle du réseau génère un sentiment de responsabilité et d'engagement envers la communauté. Tous les territoires *STEMplus* sont interconnectés, générant un réseau d'initiatives locales connectées au niveau global. Ainsi, les territoires *STEMplus* sont un exemple de réseaux de résilience (voir également Chabay, 2022).

Stiftung Kinder forschen et son réseau de partenaires- "Réseaux de passage à l'échelle".

Les réseaux de passage à l'échelle se concentrent sur l'extension et la généralisation de solutions prometteuses (voir tableau 1).

La fondation à but non lucratif Kinder forschen est la plus grande initiative allemande en matière d'éducation de la petite enfance dans le domaine de l'enseignement des sciences, de la technologie et de l'ingénierie. Avec un accent complémentaire sur l'éducation au développement durable (EDD), l'objectif du programme est consolider la base de connaissances des enfants pour l'avenir, de leur fournir des compétences importantes et de leur permettre d'agir de manière durable. En collaboration avec ses partenaires locaux, la fondation propose un programme national de formation professionnelle continue qui aide le personnel pédagogique des centres d'éducation et d'accueil de la petite enfance, des centres parascolaires et des écoles primaires à faciliter l'investigation, la recherche et l'apprentissage des enfants âgés de trois à dix ans.

Le réseau national de la fondation contribue à diffuser le programme de formation professionnelle continue de la fondation (ses ateliers sur site, ses cours numériques et ses événements éducatifs) dans toute l'Allemagne, garantissant ainsi la participation du public cible de la fondation (personnel pédagogique des centres d'éducation et d'accueil de la petite enfance, des centres périscolaires et des écoles primaires) dans le plus grand nombre possible de régions d'Allemagne. L'initiative est fière de son système de multiplicateurs (plus de 200 partenaires de réseau et plus de 500 formateurs pédagogiques et accompagnateurs de processus) qui étendent le programme aux réseaux régionaux et locaux et aux institutions pédagogiques. Ainsi, la Stiftung Kinder forschen et son réseau de partenaires en Allemagne sont un exemple de réseau d'échelle. Le centre LUMA et la fondation La main à la pâte (LAMAP) sont également des exemples de réseaux d'échelle en Finlande et en France, respectivement.

Le Centre LUMA de Finlande et son réseau universitaire - Réseaux de passage à l'échelle

Le Centre LUMA de Finlande est un réseau d'enseignement scientifique regroupant des universités finlandaises. L'objectif de LUMA est d'inspirer et de motiver les enfants et les jeunes à s'intéresser aux mathématiques, aux sciences et à la technologie (STIM). Pour atteindre cet objectif, il développe de nouvelles méthodes et activités d'enseignement des sciences et des technologies basées sur l'investigation. En outre, il soutient l'apprentissage tout au long de la vie des enseignants travaillant à tous les niveaux de l'éducation, de la petite enfance aux universités, et renforce le développement d'un enseignement basé sur les activités de recherche.

La mission du centre LUMA de Finlande est d'atteindre un niveau élevé de savoir-faire scientifique et technologique parmi les élèves, les étudiants et les enseignants afin de former des professionnels qualifiés et compétents pour les marchés du travail et pour entreprendre des actions personnelles dans la vie civique, fondées sur les connaissances. Le réseau du Centre LUMA de Finlande comprend 11 universités de recherche abritant 13 centres LUMA régionaux. Chaque nœud est un point de connexion pour développer des activités et des actions STIM basées sur des actions de type recherche qui seront partagées avec d'autres centres par le biais d'actions sur site, hors site et en ligne. En outre, tous les programmes de développement impliquent des enseignants et des éducateurs issus d'écoles et d'institutions académiques. Cela permet de discuter, de communiquer et de partager de nouvelles idées, du matériel, des pratiques et du soutien d'une manière rapide et unie. Ainsi, le Centre LUMA de Finlande est un exemple pratique et efficace de réseaux de passage à l'échelle où le soutien et les développements éducatifs sont distribués à l'ensemble d'un système éducatif national, localement et personnellement.

La Fondation *La main à la pâte* (LAMAP) et ses Maisons pour la science - Réseaux de passage à l'échelle

La Fondation *La main à la pâte* (LAMAP) rassemble les communautés enseignante et scientifique pour améliorer la qualité de l'enseignement des sciences dans les écoles primaires et les collèges. Elle propose aux enseignants un large éventail de ressources pédagogiques et de formation pour promouvoir un enseignement des sciences vivant et inclusif, aborder les questions de société et développer l'esprit scientifique et critique pour tous.

Pour mener à bien ses missions, La main à la pâte s'appuie sur trois réseaux nationaux différents qui ont été créés à différents moments au cours de ses 25 années d'existence. Chaque réseau joue un rôle différent : développement professionnel, conseils et soutien aux enseignants, proposition d'activités et de ressources pour la classe, mise en relation des acteurs de l'éducation entre eux et avec les scientifiques. Tous les réseaux ont la particularité de fonctionner au niveau local. Cela permet de soutenir les enseignants au niveau du territoire, d'identifier et de répondre à des besoins spécifiques, et de les mettre en contact, ainsi que leurs élèves, avec la communauté locale des institutions STIM telles que les universités, les laboratoires de recherche et les musées.

Parmi ces réseaux, les Maisons pour la Science (MPLS) méritent une attention particulière. Les MPLS représentent un réseau national multipartite à grande échelle, spécifiquement destiné au développement professionnel des enseignants en poste dans les domaines de la science, de la technologie et de l'ingénierie. Chaque maison est hébergée par une université. La création du réseau MPLS visait à structurer la formation des enseignants au niveau local (au niveau régional) et à libérer des ressources pour développer la formation à distance et en ligne. LAMAP a ainsi diversifié son offre globale, afin de répondre aux priorités locales et d'être plus dynamique et évolutive en termes de déploiement. En outre, comme chaque maison a ses locaux au sein du campus universitaire, les maisons ont facilité l'interaction entre la communauté locale des professionnels des STIM et la communauté éducative.

Office for Climate Education (OCE) et son réseau ALEC - "Scale and Action Networks" (réseaux d'échelle et d'action)

Les réseaux de passage à échelle et d'action se concentrent sur l'exécution de tâches, l'action coordonnée et la création de produits (voir tableau 2). L'Office for Climate Education (OCE) promeut l'éducation au changement climatique dans les écoles primaires et secondaires du monde entier en vue de faire progresser le Programme de développement durable à l'horizon 2030, et en particulier les Objectifs de développement durable 4 (Éducation de qualité) et 13 (Action pour le climat) (Assemblée générale des Nations unies, 2015).

Le réseau ALEC (America Latina para la Educación Climática / Amérique latine pour l'éducation au climat) de l'OCE a été lancé en 2019 pour soutenir la mise en œuvre d'un projet régional d'éducation au changement climatique en Amérique latine. Ce réseau multipartite est composé d'un large éventail d'acteurs locaux au Mexique, en Colombie et au Chili, notamment des académies nationales des sciences, des gouvernements locaux et des ONG.

Le réseau est organisé et entretenu pour servir deux objectifs communs. Tout d'abord, il s'agit de s'assurer que les résultats du projet sont le fruit de l'expertise combinée de tous les membres du réseau. En effet, ensemble, les acteurs du réseau doivent adapter les ressources pédagogiques de l'OCE à leur contexte local et proposer des séries d'ateliers de développement professionnel aux formateurs d'enseignants, aux enseignants et aux décideurs politiques de leur région. Deuxièmement, il s'agit de garantir le respect de l'aspect régional du projet par la création d'un cadre dans lequel les partenaires mexicains, colombiens et d'autres pays d'Amérique latine peuvent travailler ensemble et apprendre les uns des autres.

Cette double approche permet au réseau de se concentrer sur la coordination et la mise en œuvre d'actions au niveau local, tout en fournissant une structure permettant d'identifier et d'étendre les actions réussies à l'échelle régionale.

Smithsonian Science Education (SSEC) / Réseau LASER - Les réseaux de mouvement

Les réseaux de mouvement sont axés sur l'alignement des réseaux autour d'objectifs communs afin d'induire une dynamique commune de mouvement (voir tableau 2). Le Smithsonian Science Education Center (SSEC) est une organisation de la Smithsonian Institution qui se consacre à la transformation de l'éducation "K-12" par la science, en collaboration avec les communautés du monde entier. Par "K- 12", nous entendons ici l'enseignement primaire et secondaire, de la maternelle à la douzième année, pour les élèves âgés de 5 à 18 ans. Le SSEC a trois objectifs : l'innovation (promouvoir un enseignement et un apprentissage authentiques des STIM fondés sur l'investigation par le biais d'expériences pratiques et numériques) ; l'inclusion (garantir la diversité, l'équité, l'accessibilité et l'inclusion dans l'enseignement des STIM) ; et la durabilité (faire progresser l'enseignement des STIM pour le développement durable). En utilisant une approche transdisciplinaire, ils veulent que les élèves découvrent, comprennent et agissent sur les défis et les opportunités les plus pressants du monde, mais aussi qu'ils explorent et s'engagent plus profondément dans les sujets liés aux STIM pour développer non seulement une culture scientifique, mais aussi une mentalité (mindset) de durabilité afin de se préparer à un monde de transformation et de changement (O'Donnell & Day, 2022).

Grâce à son modèle LASER (Leadership and Assistance for Science Education Reform), le SSEC fournit l'infrastructure nécessaire à la transformation de l'enseignement des STIM de la maternelle à la terminale, en s'appuyant sur les cinq piliers de la réforme suivant un programme d'études fondé sur les activités de type recherche et sur l'investigation, le développement professionnel, le soutien matériel, le soutien administratif et communautaire, et l'évaluation harmonisée.

L'objectif du LASER est de réunir des réseaux d'écoles, de districts scolaires, d'agences éducatives nationales, de ministères de l'éducation et d'organisations éducatives du monde entier pour qu'ils s'engagent ensemble dans une réforme systémique autour d'un objectif commun. Basé sur la recherche et les bonnes pratiques, le LASER offre aux réseaux éducatifs l'opportunité d'aborder un problème pratique donné (par exemple, comment promouvoir l'enseignement des sciences basé sur la recherche ou l'enseignement des STIM pour le développement durable ;

comment garantir la diversité, l'équité, l'accessibilité et l'inclusion dans l'enseignement des STIM; comment préparer les élèves à un monde d'innovation et de transformation numérique).

Chaque réseau régional ou "hub LASER" prépare son propre plan stratégique pour réformer l'enseignement des STIM dans sa région autour d'un objectif donné (par exemple, développer l'ESFI - Enseignement fondé sur l'investigation ; diversifier le personnel enseignant des STIM ; garantir l'absence de barrières dans l'apprentissage des STIM pour les étudiants handicapés) avec le soutien du SSEC pendant la mise en œuvre. Le SSEC étudie l'impact collectif au moyen de subventions de recherche en collaboration avec des partenaires universitaires et des organisations internationales (O'Donnell, D'Amico, Zoblotsky & Alberg, 2017).

Le réseau de pairs IDoS : Un réseau de réseaux - "Réseaux d'apprentissage"

Tous les réseaux présentés ci-dessus contribuent de manière exemplaire à l'objectif commun d'améliorer l'enseignement des STIM pour les enfants, les jeunes et les communautés en professionnalisant le personnel pédagogique et en collaborant avec des multiplicateurs sur le terrain, en mettant en relation des acteurs importants et en coordonnant la distribution de leurs programmes éducatifs. Les organisations ne peuvent pas exécuter ces tâches seules, ce sont leurs réseaux qui facilitent l'action collective et qui créent un impact durable. Le réseau de pairs de l'IDoS - un "réseau de réseaux" - utilise l'impact obtenu par ses organisations membres et leurs réseaux respectifs. En raison de l'accent mis par le réseau sur la connexion de ses membres, l'apprentissage mutuel et le partage des leçons apprises, le réseau de dialogue IDoS peut être qualifié de réseau d'apprentissage, sur la base de la définition des types de réseaux par Slaughter (2017) et Ehrlichman (2021) (voir le tableau 2). Tous les réseaux présentés ci-dessus contribuent de manière exemplaire à l'objectif commun d'améliorer l'enseignement des STIM pour les enfants, les jeunes et les communautés en professionnalisant le personnel pédagogique et en collaborant avec des multiplicateurs sur le terrain,

en mettant en relation des acteurs importants et en coordonnant la distribution de leurs programmes éducatifs. Les organisations ne peuvent pas exécuter ces tâches seules, ce sont leurs réseaux qui facilitent l'action collective et qui créent un impact durable.

Le réseau de pairs de l'IDoS - un "réseau de réseaux" - utilise l'impact obtenu par ses organisations membres et leurs réseaux respectifs. En raison de l'accent mis par le réseau sur la connexion de ses membres, l'apprentissage mutuel et le partage des leçons apprises, le réseau de dialogue IDoS peut être qualifié de réseau d'apprentissage, sur la base de la définition des types de réseaux par Slaughter (2017) et Ehrlichman (2021) (voir le tableau 2). En alignant les connaissances, l'expertise et la portée des initiatives de différents pays, le thème de l'éducation aux STIM gagne en visibilité au niveau international (qu'il s'agisse de l'éducation STEM pour le développement durable, de l'éducation aux STIM pour un monde progressivement numérisé ou d'autres défis pour lesquels l'éducation aux STIM peut faire partie d'une solution). En outre, un échange combiné permet d'identifier des sujets significatifs et urgents dans le domaine concerné et de partager des expériences et des stratégies pour renforcer l'impact des initiatives respectives. Ainsi, les activités locales peuvent bénéficier d'un échange et d'un apprentissage à l'échelle globale. Le présent document est un exemple qui focalise sur un domaine - Comment les réseaux peuvent-ils promouvoir une éducation aux STIM précoce et innovante dans un monde en mutation ? - qui a été identifié comme important pour les initiatives d'enseignement des STIM dans le monde entier.

Partie II : Des réseaux prospères : Facteurs de réussite de la collaboration entre réseaux d'impact

Les réseaux d'impact s'attaquent à des problèmes sociaux qui obligent à la collaboration. Les réseaux d'impact s'attaquent à des problèmes sociaux qui obligent à la collaboration. L'enseignement précoce des STIM, par exemple, est confronté à des problèmes de nature sociale complexes, que la présence d'un réseau de collaborateurs peut aider à affronter.

Lorsque les acteurs de l'enseignement précoce des STIM collaborent au sein de réseaux, ils disposent d'un potentiel exceptionnel pour générer de nouvelles connaissances et provoquer des changements conceptuels et structurels (Kolleck, 2012, p. 152 ; Kolleck, Bormann, de Haan, Kulin & Schwippert, 2016).

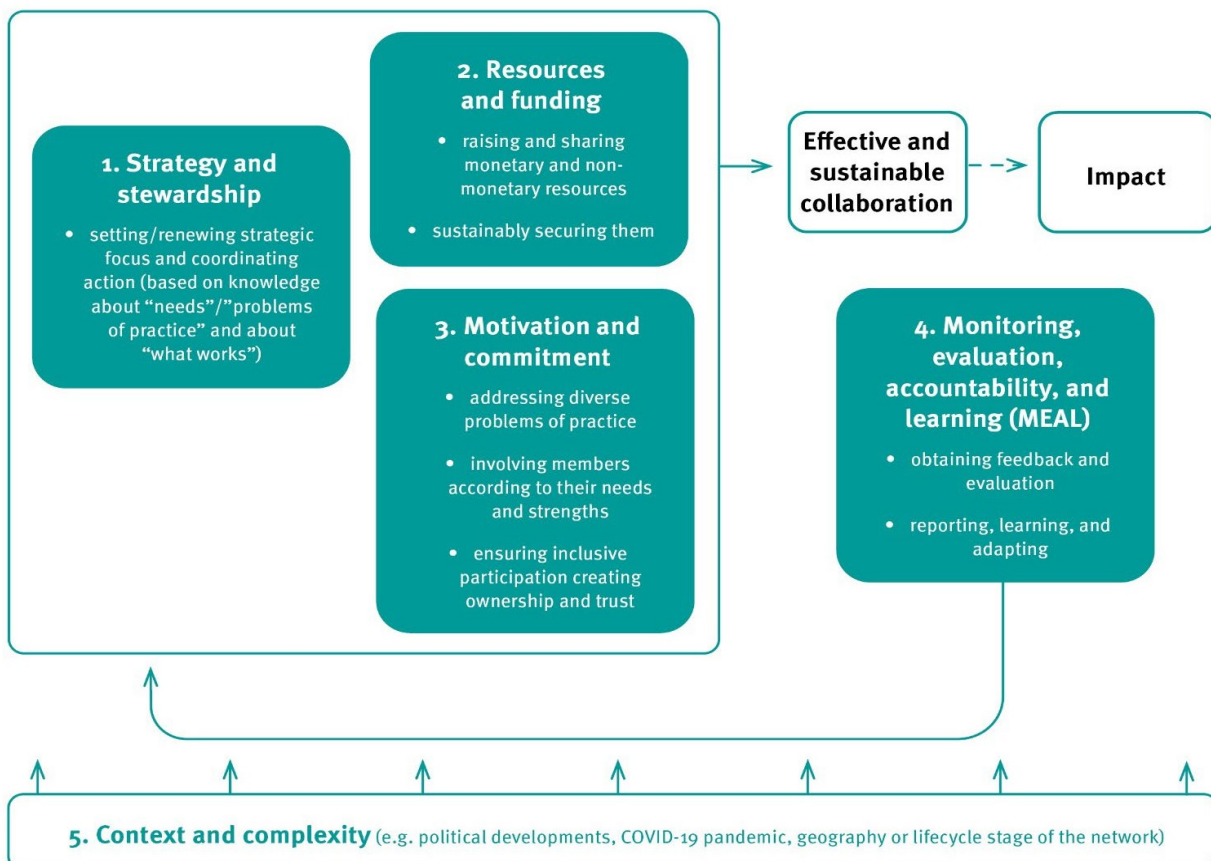
Toutefois, les réseaux peuvent emprunter de nombreuses voies différentes pour produire cet impact. En examinant l'ensemble des réseaux représentés par les pairs de l'IDoS, on peut remarquer qu'ils sont devenus des écosystèmes éducatifs à part entière, influençant et mettant en œuvre des politiques éducatives nationales, renforçant considérablement les capacités des enseignants et des éducateurs, établissant des liens et favorisant la collaboration entre des alliés autrefois improbables, ou renforçant les liens locaux et l'implication de l'ensemble du secteur pour faire progresser l'enseignement précoce des STIM malgré des conditions difficiles. Cependant, le rôle de chaque réseau, c'est-à-dire la manière dont le réseau promeut la valeur, varie.

Les membres d'un réseau peuvent s'aider mutuellement à mieux faire leur travail, ou alors ils peuvent coordonner leurs efforts avec ceux des autres membres ou encore agir ensemble comme un seul agent de changement. Malgré leur énorme potentiel d'impact, les réseaux ne sont ni la réponse à tous les problèmes, ni une structure facile à développer qui et qui menerait de façon certaine au succès. Pour préparer le présent document, chaque pair de l'IDoS a fourni une étude de cas sur l'un de ses réseaux les plus anciens (voir la partie I pour des profils succincts) et chaque étude de cas permet d'attirer l'attention du lecteur sur les opportunités et les défis qui en jalonnent le parcours. La recherche en management et en sciences sociales souligne également qu'il existe des dilemmes fondamentaux et, dans le meilleur des cas, équilibrables, associés à la collaboration en réseau (Shumate & Cooper, 2022). Afin d'aider d'autres organisations à relever ces défis, le présent document vise à partager les réflexions et les conclusions pratiques tirées des études de cas des pairs de l'IDoS. Il vise ainsi à encourager davantage d'acteurs de l'éducation précoce aux STIM à envisager la création de réseaux et à collaborer pour produire un impact qui dépasse la somme de leurs parties individuelles.

En raison de la diversité des contextes, des rôles et des fonctions des réseaux dans l'enseignement précoce des STIM, il n'existe évidemment pas une seule pratique qui convienne à n'importe quel réseau ou à n'importe quel problème. Cependant, malgré l'hétérogénéité des réseaux construits par les pairs de l'IDoS, quelques considérations se dégagent comme étant communes. La figure 2 représente ces éléments communs comme des pratiques clé essentielles à la réussite d'une collaboration en réseau dans le domaine de l'éducation. Il s'agit notamment : 1. de la stratégie et de la gestion du réseau, 2. de ses ressources et de son financement, 3. de la motivation et de l'engagement des membres du réseau. En outre, l'application de pratiques efficaces de suivi, d'évaluation, de responsabilisation et d'apprentissage (monitoring, evaluation, accountability, and learning - MEAL)(4) sont des facteurs importants pour garantir et maintenir la pertinence des activités du réseau et, partant, son impact. De même, le contexte et la complexité du domaine dans lequel les réseaux opèrent déterminent également leur succès (5).

Figure 2. Facteurs et critères de réussite des réseaux dans l'éducation précoce des STIM pour l'apprentissage précoce

Success factors of networks



II.1 Stratégie et gestion

Les réseaux qui réussissent ont une mission claire qui a été adoptée par tous les membres du réseau, et une stratégie qui est cohérente avec la mission. À la base de leur stratégie, les réseaux d'impact disposent idéalement d'une théorie du changement (Rogers, 2014) qui repose sur une analyse des causes profondes du problème que le réseau tente de résoudre et explique exactement comment les activités du réseau contribueront à résoudre le problème et les besoins auxquels elles répondront. Parmi les contributions les plus fréquentes des réseaux à l'enseignement précoce des STIM on trouve la création collective de nouveaux produits ou services, ou le passage à l'échelle de solutions déjà éprouvées. Mais les réseaux peuvent également améliorer la qualité du travail de leurs membres, plaider en faveur d'un changement de politique ou unir leurs forces à celles d'autres réseaux pour faire évoluer le système (Shumate et Cooper, 2022, pp. 88-90). En outre, à travers leurs actions les réseaux d'impact peuvent produire des effets à quatre niveaux différents (Shumate et Cooper, 2022, p.550).

- les effets sur les organisations qui participent à l'activité du réseau (I),
- les résultats obtenus par les organisations qui font partie du réseau (II),
- les effets au niveau du partenariat du réseau lui-même (III), et
- les effets sur le niveau d'impact, c'est-à-dire sur les utilisateurs, sur un terrain, une communauté, une région géographique, etc.

Une bonne stratégie définit les résultats attendus à tous ces niveaux. Cela ne signifie pas que les objectifs ne peuvent ou ne doivent pas changer au fil du temps. Au contraire, la stratégie et les objectifs doivent rester adaptables afin d'avoir un impact constant. La clarté des résultats envisagés, de leur interconnexion et de ce qui est nécessaire pour les atteindre, permet aux réseaux collaboratifs de prendre des mesures axées sur les objectifs et les alimente. Une fois mis sur les rails, les réseaux ont besoin d'une gestion cohérente. Un groupe doit avoir le mandat d'agir en tant qu'organe décisionnel qui (re)construit l'orientation stratégique et coordonne l'action dans ce sens. Étant donné que les réseaux doivent constamment prouver leur pertinence en valeur ajoutée, les entités chargées de la gestion doivent combiner a) la prise en compte des besoins des membres, b) l'orientation vers la résolution des problèmes associés à la pratique propres au domaine et c) créer des liens en intégrant de nouvelles connaissances.

L'activité dans les réseaux collaboratifs est volontaire et motivée par une diversité d'intérêts et de contextes. C'est pourquoi il est préférable que la gestion des réseaux suive des principes tels que l'équité et la confiance et adopte une approche de facilitation plutôt que de contrôle.

L'importance de certains de ces aspects est visible dans le cas du réseau Smithsonian LASER, dont la théorie du changement (voir <https://ssec.si.edu/laser-model>) vise à aligner un ensemble de réseaux qui opèrent dans l'éducation aux STIM autour d'un thème ou problème associé à la pratique. Au départ, l'accent était mis sur la promotion de l'enseignement des sciences fondé sur l'investigation (ESFI) et l'approche était assez bien définie, mais il est apparu clairement au fil du temps que l'intérêt et le potentiel du modèle étaient également valables pour d'autres thèmes communs dans le domaine de l'enseignement des STIM. Au lieu d'exercer un contrôle accru et de restreindre l'application du modèle, cette tension a été utilisée pour ajuster le leadership.

En conséquence, le mouvement a commencé à s'ouvrir et à se décentraliser, par exemple, en élargissant son champ d'application à des modalités de conception inclusives, capables de réduire les obstacles à l'enseignement des STIM pour les étudiants handicapés, en diversifiant le personnel enseignant des STIM et en visant à la fois une adaptation et un impact plus importants, chaque réseau du mouvement créant son propre modèle logique ou plan stratégique sur la manière dont il s'attaquerait au problème relatif à la pratique au niveau local (Lee, 2022).

Les enseignements tirés en particulier des territoires STEMplus de Siemens Stiftung mettent en évidence un autre élément important dans l'établissement d'une gestion qui combine ces besoins : garantir à la fois l'appropriation des actions sur le terrain et la pertinence pour les communautés locales. Ce réseau a été délibérément conçu pour "lâcher prise", c'est-à-dire pour se concentrer sur la décentralisation et, ce faisant, chercher à itérer et à s'adapter en permanence là où la plus grande valeur peut être créée. Pour ce faire, les réseaux locaux ont toujours été lancés et définis en collaboration avec les partenaires clés de la communauté identifiée, c'est-à-dire que les conditions requises pour bénéficier d'une collaboration n'étaient pas strictes et que les indicateurs de réussite n'étaient pas imposés, mais créés conjointement.

En conséquence, le nombre de territoires STEMplus a considérablement augmenté, passant de quatre à plus de 40 en seulement trois ans. La forme et l'orientation des réseaux locaux varient entre les communautés ciblées et les réseaux de parties prenantes plus larges ; un niveau élevé de leadership et d'engagement peut être observé dans les réseaux respectifs.

Comme le souligne par exemple Hearn (2011), les entités chargées de la gestion doivent souvent jouer un rôle de facilitateur plutôt que de gestionnaire afin de s'assurer que les priorités des membres individuels et des communautés homogènes s'ajoutent ou contribuent aux priorités du réseau. Les fondations transnationales et internationales peuvent être confrontées à des obstacles culturels et organisationnels qu'elles doivent surmonter pour s'engager et être acceptées dans leur rôle de leaders d'un réseau, rôle qui du coup n'est ni naturel ni escompté. A titre d'exemple, l'OCE décrit comment dans la phase initiale de constitution de son réseau les distances culturelles ont parfois entraîné des tensions autour des rôles qui ont pu être surmontées en plaçant certaines fonctions de coordination plus près des communautés impliquées localement. En moins d'un an, cela a conduit à un changement de culture et de communication, d'une relation essentiellement basée sur les rapports d'activité que les uns devaient aux autres, à une approche plus mutualiste et collaborative qui a jeté les bases du succès final du réseau.

S'il est vrai que les réseaux prospèrent grâce à la collaboration et au renforcement des capacités des uns et des autres, il ne faut pas pour autant sous-estimer la compétitivité entre acteurs faisant partie d'initiatives qui visent la création d'un écosystème ou des dynamiques de terrain, notamment lorsque ces acteurs agissent dans le même domaine. Il est donc essentiel d'explorer et d'exploiter la valeur ajoutée de la collaboration et de comprendre le droit de tous les partenaires à tirer profit de leur participation (Partnership Brokers Association, 2019).

La valeur de la collaboration et comprendre le droit de tous les partenaires à tirer profit de leur engagement dans le partenariat comme point de départ pour renforcer l'engagement en faveur des objectifs communs". Pour s'en convaincre, il suffit d'examiner les structures de LUMA en Finlande ou de Stiftung Kinder forschen en Allemagne, où les rôles des principaux nœuds et partenaires du réseau ont été définis et sont véritablement considérés comme essentiels à la réussite du réseau dans son ensemble.

L'exemple de *La main à la pâte* montre également comment la mise en place d'un réseau (et d'une gouvernance) peut conduire à restructurer l'ensemble de l'organisation pour la rendre plus distribuée et connectée.

Après la création (et la multiplication) des Maisons pour la science, *La main à la pâte* a redéfini son périmètre d'action, en se concentrant davantage sur la production de ressources pour la formation en ligne des enseignants associée à des activités en classe (et moins sur la proposition de sessions de formation en présentiel rassemblant des enseignants de tout le pays). Cela s'explique par le fait que les Maisons pour la science ont pris le rôle de proposer une formation des enseignants en présence et en contact étroit avec la réalité des enseignants, sur leur propre territoire. De plus, après une période caractérisée par la création de programmes distincts, des interdépendances et des synergies sont devenues visibles entre les Maisons, la Fondation et les autres réseaux qu'elle coordonne. Les ressources et les tutoriels de formation des enseignants en ligne sont plus souvent cocréés et partagés afin d'être réutilisés lors des sessions de formation en présentiel. En outre, les Maisons pour la science ont renforcé leurs relations avec les autres réseaux coordonnés par la Fondation et agissent elles-mêmes en tant que coordinateurs locaux des projets qui se déroulent dans ces autres réseaux. Grâce à la répartition des rôles et des tâches, on observe une tendance croissante à une plus grande intégration, facilitée par le dialogue soutenu de la fondation avec et entre les réseaux.

II.2 Ressources et financement

Les réseaux sont très gourmands en ressources (Hearn, 2011). La coordination opérationnelle visible et les actions nécessaires pour conserver les connexions et les relations, pour la plupart invisibles, exigent un investissement en temps et en argent qui est largement sous-estimé et qui, pour de nombreux réseaux, n'est pas suffisamment disponible. Par conséquent, les organisations à la tête d'un réseau peuvent rapidement se retrouver surchargées de travail et dépourvues de ressources, ce qui déclenche une situation critique de spirale descendante.

Malheureusement, cette situation est souvent observée dans le cas des initiatives locales et dans les initiatives innovantes ascendantes qui sont certainement aussi nécessaires pour transformer l'enseignement des STIM et qui restent un défi pour les réseaux. Les initiatives innovantes de la base vers le sommet qui sont certainement aussi nécessaires pour transformer l'enseignement des STIM et qui restent un défi pour les réseaux. Les pairs de l'IDoS constituent sans doute un échantillon spécifique et privilégié d'organisations qui construisent des réseaux, car elles sont pour la plupart bien établies et bénéficient d'un financement adéquat pour leur travail. Toutefois, pour atteindre une échelle et une influence nationales ou internationales, chacune d'entre elles a dû (et doit encore) établir des partenariats stratégiques, apporter des preuves de l'efficacité de son modèle et attirer d'autres ressources, telles que la volonté et l'influence politiques. Lorsque *La main à la pâte* a lancé son réseau de Maisons pour la science en 2014, son objectif était de mettre en relation une université avec le rectorat en tant qu'institution en charge de mettre en oeuvre dans l'académie la politique éducative définie au niveau national. Le financement était principalement assuré par un appel à projets national, complété par des contributions en nature des universités sous forme mise à disposition de personnel et locaux. Après la phase de mise en place de la première demi-douzaine de Maisons pour la science, et malgré la fin du financement initial, le réseau s'est élargi et a triplé de taille, pour couvrir la plupart des régions, du pays, devenant finalement la plus grande organisation non gouvernementale française de formation des enseignants dans le domaine de l'enseignement des sciences. En effet, un plus grand nombre d'universités et de rectorats ayant été inspirés par les premières Maisons ont souhaité appliquer le même modèle dans leur région. Outre les contributions en nature assurées par les universités, le réseau s'appuie désormais sur des mécènes locaux et sur un financement national limité assuré par *La main à la pâte*, par l'intermédiaire de mécènes nationaux.

De même, la Stiftung Kinder forschen a vu son champ d'action s'élargir considérablement grâce à son partenariat avec le ministère fédéral allemand de l'éducation et de la recherche. Aujourd'hui, elle travaille avec plus de 500 formateurs et 200 partenaires pour atteindre les écoles et les jardins d'enfants dans tout le pays grâce à son programme de développement professionnel continu.

Ce cas met également en lumière un autre élément clé concernant les ressources et le financement : la possibilité de recevoir des fonds pour le travail en réseau par les membres et/ou les partenaires de ce réseau. Les ressources apportées par les partenaires du réseau s'élèvent à six millions d'euros par an et peuvent être considérées comme un succès tangible de la collaboration conjointe dans le cadre de l'initiative Stiftung Kinder forschen.

De même, le Centre LUMA de Finlande est cofinancé à parts égales par le gouvernement et les universités de recherche impliquées. Cela a permis au réseau de devenir très efficace dans le développement et le partage d'actions, de matériel et d'outils dans tout le pays.

La création d'une stratégie commune et le partage des responsabilités décisionnelles ont créé un climat de confiance et de coopération qui a profité à tous les centres - petits et grands - autant que le partage de ressources, de connaissances et d'activités. Au cours de la dernière décennie, les premiers succès dans une université ont permis d'ancrer ce modèle dans la stratégie éducative de la Finlande, avec une présence sur tous les campus universitaires du pays.

Les activités de réseau du Smithsonian Science Education Center sont entièrement financées par des dons et des subventions. Ces fonds soutiennent la programmation et sont partagés avec les membres du réseau par le biais de ressources monétaires (par exemple, honoraires pour les mentors, aide aux déplacements) et non monétaires (par exemple, développement professionnel gratuit, participation gratuite aux réunions, programme d'études STIM gratuit). Bien qu'il soit difficile d'étendre un réseau de mouvement tel que LASER par le biais de dons et de subventions à durée limitée, le succès démontré de LASER par le biais d'évaluations rigoureuses a permis d'assurer un financement durable.

OCE réfléchit au changement qui a été possible dans l'engagement de son réseau lorsqu'il est passé d'un rôle bénévole à un rôle rémunéré dans le réseau. Dans le même temps, aucun des pairs de l'IDoS n'agit comme un bailleur de fonds traditionnel dans sa pratique de réseau, et maintient une approche très opérationnelle et une présence "sur le terrain" et à l'intérieur de ses réseaux.

II.3 Motivation et engagement

Les réseaux dépendent des connexions et de l'échange d'outils précieux tels que les compétences, les connaissances ou les ressources (Plastrik, Taylor & Cleveland, 2014). Un élément essentiel est le "tissage du réseau" au niveau personnel et le passage du réseau du niveau "fragments éparpillés" à des structures "Moyeu et rayon" et "multi-centre", à des structures "noyau et périphérie", ce qui indique que les acteurs connectés et le type de connexions évoluent au fur et à mesure que les réseaux mûrissent et cherchent à avoir plus d'impact (Holley, 2012). Pour développer des connexions au sein d'un réseau, il est essentiel d'aligner les intentions et les agendas personnels et institutionnels sur les objectifs du réseau. Cet alignement est nécessaire pour éviter les conflits inhérents qui pourraient compromettre le "tissage" requis. Il est également essentiel de maintenir cet alignement et cet engagement au fil du temps. Tous les réseaux du groupe des pairs de l'IDoS ont directement ou indirectement constitué une communauté relativement importante de membres et de multiplicateurs ; ils ont néanmoins dû relever des défis majeurs liés à l'engagement et à la motivation de leurs réseaux dans le cadre de leur développement. Si l'on examine les premières mesures prises par l'OCE, on constate que leur processus n'a pas été jugé suffisamment inclusif au départ et les réactions des co-créateurs invités ont montré que les objectifs, les valeurs et les idées du réseau étaient définis de manière trop centralisée par les membres de l'OCE. Cette situation n'a été surmontée qu'en accordant plus d'autonomie et en trouvant un équilibre entre le collectif et l'individuel afin de façonner le réseau et de motiver chaque partenaire participant.

Si l'on examine les premières mesures prises par l'OCE, on constate que leur processus n'a pas été jugé suffisamment inclusif au départ et les réactions des co-créateurs invités ont montré que les objectifs, les valeurs et les idées du réseau étaient définis de manière trop centralisée par les membres de l'OCE. Cette situation n'a été surmontée qu'en accordant plus d'autonomie et en trouvant un équilibre entre le collectif et l'individuel afin de façonner le réseau et de motiver chaque partenaire participant. Si la phase de démarrage est particulièrement "sensible" à ces tensions, la création et le maintien d'une atmosphère de confiance propice à la collaboration et à la co-création restent l'une des tâches les plus difficiles, comme le notent les créateurs du réseau LASER du Smithsonian Science Education Center, en réfléchissant sur leur expérience.

Cette leçon ne doit pas être sous-estimée : les réseaux se jouent aussi au niveau personnel et sont composés d'individus représentant les organisations membres du réseau. Tout développement ou changement nécessitera donc d'assurer une participation inclusive à tous les stades et de créer un sentiment d'appartenance et de confiance en tant que composantes essentielles de l'expérience de chaque membre du réseau. Le nouveau réseau de pairs IDoS s'appuie particulièrement sur ce facteur : bien que l'objectif premier soit de relier des opérateurs leaders dans le secteurs de l'éducation, ce qui implique une déclaration formelle d'adhésion de la part de chaque organisation, l'approche est également très personnelle et se concentre sur l'établissement de liens, la promotion de l'apprentissage et le développement de relations de confiance pour et entre les personnes concernées au sein des organisations participantes. Se sentir invité en tant qu'individu en plus de participer en tant qu'employé est une expérience clé et reste une promesse essentielle de ce réseau d'apprentissage. En examinant les risques qui en découlent, Plastrik et al. (2014) identifient la domination, l'exclusion et l'absence de succession comme les défis les plus courants pour les réseaux. En particulier tant que financeur et fondateur d'un réseau, il est essentiel de gérer les risques de couper, de réduire au silence ou de ne pas mettre en place des conditions favorables à l'expression d'un plus grand nombre de voix, à un engagement plus large et à une prise de décision inclusive au sein du réseau. S'engager dans un réseau demandera à chacun un certain niveau de confiance et un abandon du contrôle individuel pour un meilleur fonctionnement du réseau dans son ensemble. Ici, les questions de stratégie et de gestion (comme indiqué au point II.1) et les considérations relatives à la motivation et à l'engagement sont étroitement liées.

C'est ce que l'on constate dans le plus récent des réseaux examinés dans ce document, les territoires STEMplus de Siemens Stiftung, le design de conception initial était très limité, et où il a été activement demandé aux communautés locales d'apporter leurs propres besoins et attentes concernant les sujets à traiter et les parties prenantes à inviter. Outre le fait de définir les priorités, la reconnaissance est une autre stratégie qui peut être mise en œuvre pour accroître et maintenir un niveau élevé de motivation.

Presque tous les réseaux étudiés dans le cadre de cet article cocréent des éléments clés de leur offre avec d'autres membres du réseau (et les reconnaissent comme tels), qu'il s'agisse de matériel d'apprentissage ou de formats de réunion du réseau.

Par exemple, avant de s'attaquer à un nouveau problème relatif à des pratiques, le Smithsonian Science Education Center forme des comités consultatifs composés de divers membres représentant une variété de besoins, de forces, de géographies et d'expertises liés au problème abordé (voir : <https://ssec.si.edu/advisory-committees>), ce qui garantit une participation inclusive des membres du réseau afin de créer un sentiment d'appartenance et de confiance. Pour leur engagement et leur recherche de nouvelles opportunités, les membres du réseau reçoivent des réactions positives et se sentent donc encore plus motivés en retour. La volonté des membres du réseau de donner et de recevoir du soutien à ou de la part d'autres membres du réseau est un indicateur fort du niveau d'engagement (Vandor, Leitner & Milner 2020). Si l'on compare les heures de soutien par les pairs et les ressources investies dans la coordination du réseau, on constate que les premières l'emportent souvent sur les secondes par un facteur significatif, par exemple sept fois plus de temps investi en tant que ressources par les pairs qu'en tant que capacité de coordination dédiée.

4 Mesure, évaluation, responsabilité et apprentissage (MEAL)

Il est regrettable de constater régulièrement que de nombreux organisateurs de réseaux ne sont toujours pas suffisamment préparés pour articuler et soutenir l'impact obtenu avec des preuves qui vont au-delà des anecdotes (Plastrik et al., 2014). La connaissance des résultats (c'est-à-dire les perspectives au niveau des acteurs et des résultats), les processus par lesquels ils sont obtenus ainsi que la santé, la durabilité et le développement du réseau et de ses membres dans leur ensemble. En tant que groupe relativement mature d'organisations de réseaux qui répond à des contraintes et des normes scientifiques, les pairs de l'IDoS ont toutefois des contributions à apporter. En particulier, les indicateurs et les résultats suivants se sont avérés très utiles pour suivre le succès et le développement d'un réseau au fil du temps, ce qui a permis d'orienter les responsables du réseau et de faciliter le reporting à l'intention des financeurs à l'intention de ses commanditaires :

- "Une étude RCT à moyenne échelle a permis de mettre l'accent sur les limites potentielles des actions de développement professionnel, en particulier en ce qui concerne le transfert et l'application dans la salle de classe. Un financement national de l'Agence nationale de la recherche a permis de mettre en place un système d'évaluation dans des conditions écologiques (160 enseignants formés dans le cadre du projet) au moyen d'une expérience contrôlée randomisée (d'une durée totale de quatre ans, dont deux occupés par la formation), associée à une approche qualitative fine de l'observation. Quatre Maisons des sciences ont été impliquées dans l'étude, au moment même de l'installation du réseau des Maisons des sciences. En plus des Maisons des sciences, l'étude RCT a mobilisé trois laboratoires de recherche différents en France, spécialisés respectivement dans l'économétrie, les sciences cognitives et la didactique. L'ECR n'a pas fourni d'indications claires pour l'amélioration des actions de formation, ni réduit la nécessité d'autres formes d'évaluation, telles que l'évaluation continue des progrès et de la réalisation des objectifs (évaluation de projet), ou l'assurance qualité. Actuellement, *La main à la pâte* développe de nouveaux outils et stratégies pour l'évaluation des effets et de l'impact sur ses bénéficiaires. L'objectif de ces nouveaux outils est de recueillir des indications claires en vue d'une amélioration, dans un délai relativement court par rapport à l'intervention. En outre, la veille sur la recherche concernant les meilleures pratiques a été renforcée afin de construire (et de partager au sein du réseau) une base de preuves solide pour la production de ressources et d'actions de formation". (La main à la pâte)
- "Nous avons recueilli des preuves de l'efficacité de LASER par le biais d'une étude randomisée contrôlée à grande échelle portant sur 60 000 élèves dans 124 écoles réparties dans trois réseaux au niveau de l'État, dont 9 000 élèves ont fait l'objet d'un suivi longitudinal pendant trois ans, et nous avons évalué l'impact de LASER sur les résultats des élèves et l'apprentissage professionnel des enseignants (What Works Clearinghouse, 2021). Pendant cette période, nous pensions qu'en aidant l'école, le district scolaire, l'agence d'éducation de l'État ou le réseau d'organisations éducatives à mettre en place leur propre réseau LASER, nous obtiendrons un succès si les cinq piliers de LASER (programme d'études, développement professionnel, soutien communautaire, matériel et évaluations) se montreraient soutenables sur la durée.

Une étude de suivi a permis de mesurer cette durabilité. Lors de l'application de LASER à de nouveaux problèmes pratiques divers, nous avons recueilli des informations sur chaque "système d'activité" impliqué dans la construction du réseau et nous avons fait état des défis et des succès communs. (Réseau LASER du Smithsonian)

- "Des sessions annuelles d'évaluation par les pairs sont organisées entre les centres régionaux afin de discuter des activités, ainsi que des défis et des réussites. En outre, chaque centre participe à une session de revue avec le bureau d'administration central de l'ensemble du réseau national. Une revue externe a été mise en place après chaque projet national de grande envergure afin d'élaborer de nouvelles actions sur la base de l'apprentissage et des résultats antérieurs. (Centre LUMA Finlande)
- "La recherche scientifique, le suivi et l'évaluation sont des éléments clés de notre travail" (Stiftung Kinder forschen). Toutes les activités de la Stiftung Kinder forschen sont constamment évaluées et accompagnées par la recherche. La fondation se considère comme une organisation apprenante et encourage l'échange de connaissances entre la recherche et la pratique. Outre le contrôle interne permanent, axé sur l'assurance qualité et le développement qualitatif, la fondation travaille avec un conseil scientifique et des partenaires externes reconnus qui mènent des recherches complémentaires visant à garantir des pratiques scientifiquement fondées. Le contrôle et l'évaluation de la qualité comprennent l'évaluation des besoins et la collecte régulière et systématique de commentaires sur les ateliers de développement professionnel et les pratiques pédagogiques de la fondation. Parmi les aspects qui font l'objet d'évaluation et d'analyse de données se trouve le niveau d'adaptation de l'offre et des ressources pour atteindre les effets visés. Le programme de formation professionnelle continue de la fondation est planifié et évalué selon un modèle logique d'impact définissant les inputs, les outputs et les résultats ; pour différents sous-programmes, il existe des modèles logiques spécifiquement détaillés. Les résultats sont utilisés pour l'orientation continue de l'impact et le développement de la qualité des différents formats.

Comme le montrent les évaluations, les éducateurs participants perçoivent le programme comme très motivant et facilement accessible. Ils expriment un niveau élevé de satisfaction par rapport à la facilité d'utilisation du programme.

Ils se sentent également bien préparés à mettre en œuvre les thèmes STIM abordés dans leur travail quotidien avec les enfants. Les participants ont le sentiment d'avoir amélioré leurs connaissances en matière de STIM et leurs compétences pédagogiques et didactiques spécifiques dans le domaine de l'enseignement des STIM. Ils perçoivent également une plus grande efficacité personnelle dans les activités basées sur l'investigation avec les enfants et leur expérience (motivation, compétences professionnelles et comportement dans la pratique pédagogique) augmente en conséquence (voir les [séries scientifiques](#) et les [rapports de suivi de](#) la fondation (Stiftung Kinder forschen, 2022).

L'expérience de la Stiftung Kinder forschen montre qu'il est nécessaire de suivre le développement des partenariats de réseau (et donc de l'ensemble du réseau) de manière continue et systématique, en établissant un processus itératif qui permet aux partenaires et à la fondation de vérifier régulièrement l'état du partenariat et d'identifier les adaptations et les modifications nécessaires. La pratique du MEAL (suivi, évaluation, responsabilité, apprentissage) a posé des défis et permis de tirer des leçons dans les réseaux des auteurs de cet article. Dans certains cas, les évaluations menées aux stades initial d'un nouveau réseau - en particulier les essais de contrôle randomisés - se sont avérés trop complexes au départ et n'ont pu fournir des informations pertinentes qu'à un stade ultérieur et plus mature du réseau. Dans d'autres cas, les efforts de mesure ont été sous-estimés en ce qui concerne le temps nécessaire aux membres et aux coordinateurs, ce qui a conduit à des niveaux d'engagement inférieurs à ceux attendus et nécessaires pour obtenir des résultats significatifs. Il a souvent fallu plus de temps que prévu et quelques répétitions pour trouver le bon rythme et la bonne régularité pour l'évaluation, dont les résultats seraient utilisés pour développer un système d'apprentissage et de responsabilité.

L'amélioration de la pratique MEAL reste une priorité clé pour les pairs de l'IDoS et l'un des domaines identifiés où l'apprentissage mutuel et l'échange de pratiques peuvent être facilités. Ce dernier aspect est important étant donné qu'en dehors du niveau des pratiques individuelles de chaque réseau, on ne trouve que peu ou pas de preuves de l'efficacité de la collaboration dans le domaine plus large qui soutient l'enseignement des STIM. L'alignement des approches, l'ouverture des méthodologies et l'engagement actif dans l'apprentissage à partir des différents résultats obtenus seront des éléments essentiels pour faire avancer les efforts autour de l'éducation aux STIM dans l'apprentissage précoce.

II.5 Contexte et complexité

Plus le défi est important et complexe, plus il est probable qu'une structure de réseau soit nécessaire (London in Monitor Institute, 2015). Les réseaux peuvent offrir la plus grande valeur ajoutée dans des situations qui sont intrinsèquement interconnectées, qui s'avèrent être en constante évolution et qui présentent un certain degré d'imprévisibilité (Snowden & Boone, 2007). Au contraire, si les problèmes sont simples et que l'action nécessite moins d'interaction, les réseaux peuvent ne pas offrir d'avantage par rapport à d'autres structures et ne pas répondre aux attentes d'une solution ou d'un résultat souhaité rapide et incontesté. Dans ce cas, il peut s'avérer nécessaire de créer une structure plus centralisée.

Le domaine de l'éducation STIM dans l'apprentissage précoce, particulièrement axé sur les domaines d'innovation, y compris le développement durable et le numérique, est intrinsèquement complexe car il combine des questions allant de l'éducation à la technologie, des questions d'inclusion et de démographie, et comporte des aspects sociaux, économiques et politiques à prendre en considération. Il nécessite également de collaboration entre les secteurs et les fonctions. Il est donc susceptible d'être abordé par le biais de réseaux, même si cette condition seule n'est pas garantie de succès.

En réfléchissant aux expériences des pairs de l'IDoS représentés dans cet article, les considérations suivantes ressortent : pour passer à l'échelle supérieure, il faut une volonté, un soutien et un accord politiques (par opposition aux restrictions politiques), que ce soit sous la forme d'une subvention stratégique accordée au réseau LASER du Smithsonian dans le but d'étendre et de partager les principales conclusions ; du mandat stratégique que le ministère finlandais de l'éducation a donné à LUMA pour étendre son approche à l'ensemble du pays ; du partenariat stratégique que le ministère fédéral allemand de l'éducation et de la recherche a conclu avec la Stiftung Kinder forschen afin d'offrir des opportunités éducatives en STIM écoles maternelles et primaires de tout le pays ; ou encore le soutien politique et financier que le groupe LaSalle a reçu de la part de la Stiftung Kinder forschen ; ou encore du soutien politique et financier que La main à la pâte et l'OCE reçoivent du ministère français de l'éducation nationale et de ses directions, voire des universités qui accueillent les Maisons pour la science de La main à la pâte, afin de faire fonctionner des réseaux d'envergure nationale et internationale sur l'enseignement des sciences, l'éducation au changement climatique et le développement durable.

Le fait que ces partenariats avec le secteur public soient institutionnels (et non politiques) a joué un rôle important dans la réussite de ces réseaux. Si l'évolution politique est un facteur contextuel permanent essentiel, la pandémie mondiale de ces dernières années a fourni un exemple d'événement soudain et "extérieur" qui a affecté les réseaux de toutes sortes - et qui a également laissé des traces sur les réseaux des pairs de l'IDoS. Les éducateurs ont été soudainement confrontés à des fermetures d'écoles maternelles, ce qui les a obligés à changer et à s'adapter à des modèles d'apprentissage à distance. Dans le même temps, l'apprentissage à distance a mis en lumière les différences et les inégalités sociales, vu que, par exemple, l'accès aux ordinateurs ou même à l'internet n'allait pas de soi dans certains foyers où les enfants devaient apprendre à distance. Ces différences sociales sont devenues beaucoup plus importantes, visibles et difficiles à surmonter. Il a donc fallu innover et s'adapter a) au niveau opérationnel direct, car les formats et les interactions en personne indispensables n'étaient plus possibles et de nouvelles alternatives virtuelles devaient être développées, et b) à un niveau général plus indirect, pour reconnaître la nécessité de soutenir les structures d'apprentissage précoce et les éducateurs directement touchés par la pandémie et de leur fournir les ressources nécessaires au bon fonctionnement du système. Le rôle des réseaux a été crucial dans ce contexte pour répondre au besoin d'innovations par le biais de forums et d'échanges au sein de communautés de pairs.

Rétrospectivement, la pandémie COVID-19 s'est révélée difficile et complexe, mais elle a permis aux réseaux de contribuer à déclencher des innovations et des changements de paradigme qui n'avaient pas été envisagés auparavant. Comme le concluent conjointement les pairs de l'IDoS, les réseaux et les facteurs contextuels ont tous eu un effet durable sur leurs propres institutions et organisations.

Partie III : Opportunités et résultats : Pourquoi les pairs de l'IDoS considèrent-ils les réseaux comme des agents de changement ?

Étant donné que l'enseignement des STIM est une question complexe, notamment en ce qui concerne le développement durable et la numérisation des sociétés, et que le travail en réseau est utile pour relever des défis complexes, les initiatives d'enseignement des STIM devraient adopter une approche en réseau pour promouvoir l'impact et le changement. Ici, les auteurs ont essayé de comprendre comment les réseaux peuvent aider à promouvoir et à professionnaliser l'enseignement des STIM dans un monde en mutation. Pour renforcer l'engagement et l'impact des institutions de développement sur le terrain impliquées dans le réseau IDoS, une approche systémique et co-créative pour une éducation meilleure et facilement accessible est nécessaire, où les expériences et les innovations sont partagées pour de meilleures actions locales et globales. Il s'agit d'un élément important pour créer des réseaux fonctionnels et fructueux ayant un impact.

Les fonctions qui définissent les différentes typologies d'un **réseau d'impact** (voir Ehrlichman, 2021) sont liées à l'apprentissage (réseaux d'apprentissage), à la réalisation d'actions communes sur des questions qui sont importants au niveau mondial (réseaux d'action), à la volonté de se focaliser ses objectifs à partir d'une vision commune dans un but commun (réseaux de mouvement). Simultanément, il est nécessaire d'améliorer la résilience sociale dynamique pour que les actions collectives favorisent le développement durable et une meilleure qualité de vie (réseaux de résilience). Cela offre également la possibilité de diffuser à plus grande échelle les connaissances et les actions apprises, de partager les bonnes pratiques et de cocréer des actions collaboratives fondées sur les bonnes pratiques pour de nouvelles situations et de nouveaux contenus sociaux (réseaux de passage à l'échelle) (Slaughter, 2017 ; Ehrlichman, 2021). Un réseau d'impact réussi a une mission claire qui a été adoptée par tous les membres du réseau. Pour les pairs de l'IDoS et leurs réseaux respectifs, il s'agit d'une éducation STIM accessible et axée sur la qualité, visant à créer une vie et une société meilleures pour tous les citoyens. La stratégie consiste à créer des réseaux d'impact qui fournissent des connaissances, des pratiques et des ressources partagées conformes à la mission.

Les réseaux d'impact des pairs de l'IDoS reposent sur une théorie du changement qui a été élaborée sur la base d'une analyse générale des problèmes globaux et constat du déficit de littéracie en matière de STIM, alors que celle-ci profite aux populations du monde entier. Le réseau de réseaux d'impact décrit ici est un projet de co-création à plus grande échelle visant à répondre aux besoins des apprenants, des parties prenantes et des sociétés en matière d'acquisition de connaissances, de reconnaissance et d'innovation dans le domaine des STIM, afin de répondre aux défis mondiaux au niveau local et au niveau de chaque citoyen.

Les réseaux sont très gourmands en ressources. La coordination opérationnelle visible et la curation, le plus souvent invisible, des connexions et des relations exigent un investissement en temps et en argent qui est largement sous-estimé et qui, pour de nombreux réseaux, n'est pas suffisamment disponible. Les réseaux des pairs de l'IDoS ont le privilège d'être bien établis et financés dans la plupart des cas, il a fallu pour cela s'appuyer sur la création de partenariats solides, l'élaboration de stratégies saines, et ceci pour atteindre l'ampleur et l'impact qu'ils ont aujourd'hui.

Comme indiqué ci-dessus, les réseaux dépendent des connexions et de l'échange de de bien précieux tels que compétences, connaissances, ressources (Plastrik et al., 2014). Lors du développement des connexions au sein d'un réseau, il est essentiel d'aligner les intentions et les programmes sur l'objectif du réseau. Il est également essentiel de maintenir cet alignement et cet engagement au fil du temps afin d'obtenir des visions et des actions systémiques à long terme visant à atteindre les buts et objectifs du réseau. Dans un réseau d'impact qui se veut équitable, toutes les parties sont des agents de changement importants qui apportent leur propre contribution au réseau.

Comme démontré ici, il est important pour un réseau d'articuler et de soutenir l'impact obtenu avec des preuves qui vont au-delà des anecdotes (Plastrik et al., 2012). Cela permet d'identifier et de connaître les résultats visés, de connaître les processus par lesquels ils sont atteints, ainsi que la durabilité, la résilience et le développement futur du réseau, de ses membres et des actions visant à atteindre des objectifs communs. Par conséquent, le développement des réseaux et leurs fonctions doivent être évalués de manière approfondie afin de prendre des décisions fondées sur les connaissances en vue de changements ou d'un développement ultérieur.

Un réseau d'impact s'appuie sur l'apprentissage et les connaissances, les expériences et capacités d'action, sur des mouvements collaboratifs alignés pour atteindre des objectifs à long terme et soutenir la résilience des sociétés, ainsi que sur des opportunités raisonnables et efficaces pour le passage à l'échelle (Slaughter, 2017 ; Ehrlichman, 2021).

Dans le réseau de dialogue des pairs de l'IDoS, tous les pairs ont été classés dans le présent document sous un réseau thématique particulier (voir le tableau 2). Toutefois, dès les premières étapes de la collaboration, il est apparu clairement que chaque pair a des indications et s'engage dans des activités dans les cinq types de réseaux différents. Ces activités dépendent des objectifs et des priorités nécessaires pour fonctionner de manière efficace et atteindre les buts fixés (tableau 3). Pour le réseau IDoS, celle-ci constitue une base solide pour la collaboration et la co-création visant à soutenir et à améliorer les besoins en éducation aux STIM centrés sur l'apprenant et liés à la société (Aksela, 2019). Comme indiqué, les membres de l'IDoS sont convaincus que les développements globaux et les demandes d'éducation de qualité qui en découlent peuvent être mieux abordés en association avec d'autres, en partageant des expériences au-delà des frontières et en apprenant les uns des autres. L'échange systématique et régulier de connaissances et de pratiques disponibles à l'échelle mondiale sur le thème de l'enseignement précoce des STIM dans un monde en mutation et de l'apprentissage collectif est essentiel pour avoir un impact à l'échelle mondiale, par le biais d'une action locale - d'une manière véritablement glocale.

Ce document postule que les réseaux d'impact conçus pour soutenir l'enseignement précoce des STIM - tels que ceux décrits par les pairs de l'IDoS - jouent un rôle important dans l'avancement de la compréhension et des actions des enfants à l'égard des conditions complexes et rapidement changeantes du monde. S'ils réussissent, ces réseaux peuvent créer une culture de la durabilité (voir Chabay, 2022) - en répondant aux besoins critiques du présent à l'échelle locale et globale, sans compromettre les besoins de l'avenir.

Tableau 3. Aperçu de tous les exemples de réseaux et de leurs facteurs de réussite

Organisation de pairs	Type(s) de réseau	Principaux objectifs du réseau	Structure (A) centralisé (B) décentralisé (C) structures distribuées	Facteurs de réussite du réseau
Stiftung Kinder forschen (Fondation des petits scientifiques)	Réseau de passage à l'échelle	Diffusion du programme de formation professionnelle continue de la fondation dans le domaine de l'éducation aux STIM pour le développement durable pour le personnel pédagogique des centres d'éducation et d'accueil de la petite enfance, des centres périscolaires et des écoles primaires - à l'échelle nationale (Allemagne). La fondation est ainsi soutenue dans sa mission qui consiste à préparer les enfants de 3 à 10 ans à l'avenir. Orientation de l'impact, analyse des besoins et actions basées sur la recherche pour le développement et la diffusion d'offres spécifiques aux groupes cibles	A/C	<ul style="list-style-type: none"> • Une orientation stratégique forte basée sur les pratiques établies de MEAL • Le réseau national de partenaires locaux de la fondation permet de multiplier la portée de ses offres éducatives. • Investissement durable et fiable des ressources humaines et financières de la fondation et des partenaires (du réseau) • Une bonne mise en réseau avec le monde politique et la société garantit le soutien politique nécessaire.
Siemens Stiftung	Réseau de résilience	Offrir des possibilités de formation continue aux éducateurs et du matériel d'enseignement et d'apprentissage de haute qualité, en apportant une contribution réelle et concrète à des cours de STEM de haute qualité accessibles à tous, tout au long de la chaîne éducative. Des réseaux internationaux qui rassemblent différents pays et disciplines, en exploitant des idées novatrices à l'échelle mondiale.	B	<ul style="list-style-type: none"> • Prise en compte des réseaux et partenariats existants • Acteurs ayant des objectifs communs • Orientation de l'impact et activités concrètes • Coordination structurée et mise en place de groupes de travail • Ressources sécurisées mobilisées par des acteurs internationaux, nationaux et locaux • Communication continue vers l'extérieur pour la mise en réseau et la collecte de fonds • Prise en compte et identification du contexte local

Centre d'enseignement scientifique Smithsonian	Réseau des mouvements	<p>Transformer l'éducation de la maternelle à la 12e année par le biais de la science en collaboration avec les communautés du monde entier. Les équipes du réseau participent à des instituts de développement du leadership pour planifier la mise en œuvre de matériel pédagogique numérique, pratique et basé sur l'investigation (innovation) ; promouvoir la diversité, l'équité, l'accessibilité et l'inclusion dans les STIM (inclusion) ; et soutenir l'éducation aux STIM pour le développement durable (durabilité). Les équipes du réseau reçoivent un soutien pour les aspects clés de la mise en œuvre, tels que le développement professionnel des enseignants, l'accès au programme et au matériel pédagogique, la collaboration avec les membres de la communauté et la recherche et l'érudition.</p>	C	<ul style="list-style-type: none"> • Donner aux écoles, aux districts, aux agences éducatives des États et aux ministères de l'éducation les moyens d'agir : • Identifier et partager les problèmes liés à la pratique de l'enseignement des sciences • Élaborer et mettre en œuvre des plans d'action pour résoudre ces problèmes • Créer une vision commune pour l'amélioration de l'enseignement • Fixer des objectifs à court et à long terme • Former des partenariats et des coalitions afin d'intensifier et de pérenniser les transformations dans l'enseignement des sciences
Centre Luma Finlande	Réseau de passage à l'échelle	<p>Inspirer et motiver les enfants et les jeunes à s'intéresser aux sujets STEM grâce aux méthodes et activités les plus récentes en matière d'enseignement scientifique et technologique. Soutenir l'apprentissage tout au long de la vie des enseignants travaillant à tous les niveaux de l'éducation, de la petite enfance à l'université.</p>	C	<ul style="list-style-type: none"> • Mettre en place une stratégie, des objectifs, une gestion et une communication communs pour les activités du réseau • Établir un réseau de collaboration entre les universités de recherche pour des actions basées sur la recherche. • Adopter des centres locaux pour les priorités et l'expertise régionales • Favoriser les activités inter-centres et la confiance pour la co-création, la collaboration et le partage d'expertise et de matériel • S'efforcer de mettre en place un réseau national et international de réseaux entre les chercheurs, les enseignants, les décideurs politiques et les parties prenantes pour l'apprentissage et la pratique. • Utiliser des procédures d'évaluation transparentes pour un développement et une amélioration efficaces

Fondation La Main à la Pate	Réseau de passage à l'échelle	Réunir les communautés enseignantes et scientifiques pour améliorer la qualité de l'enseignement des sciences dans les écoles primaires et les collèges en France.	A	<ul style="list-style-type: none"> • Division du travail. Spécialisation du Centre national La Main à la pâte dans la formation des formateurs et des enseignants via une plateforme en ligne, spécialisation des réseaux dans la formation en présentiel, en lien étroit avec les besoins et les opportunités locales. • Mutualisation des ressources, co-création de contenus de formation en ligne et exploitation de contenus de formation en ligne dans le cadre de sessions de formation en présentiel ou hybrides.
Bureau pour l'éducation au climat	Réseau de passage à l'échelle et réseau d'action	Mettre en œuvre une éducation de qualité sur le changement climatique (en mettant l'accent sur les pays en développement) en comblant le fossé entre la science et la pédagogie et en fournissant aux enseignants, aux formateurs d'enseignants et aux responsables politiques des outils pédagogiques, un développement professionnel et un soutien.	A	<ul style="list-style-type: none"> • rapprocher les fonctions de coordination des communautés qui devaient être impliquées. • Fournir une structure permettant d'identifier, de partager et d'étendre les actions réussies à l'échelle régionale. • Compensation des rôles clés dans le réseau • Un processus approfondi et transparent pour la production de ressources (testé au niveau international, validé par des experts).
Réseau de pairs IDoS	Réseau d'apprentiss age	Réseau d'organisations coopérantes ayant le même objectif de travailler au niveau international, d'apprendre les unes des autres et de partager les leçons apprises dans/avec le domaine de l'éducation précoce aux STIM pour le développement durable.	B	<ul style="list-style-type: none"> • Groupe uni de pairs sélectionnés selon des critères spécifiques, qui constituent une base solide pour la collaboration et la co-création (tous sont des multiplicateurs et des développeurs sur le terrain). • Coordination centrale par des "architectes" en tant qu'organisation de base (définissant l'orientation stratégique et coordonnant les actions) • Engagement et appropriation de tous les pairs (motivation et capacité à contribuer au réseau) • Réunions de travail régulières (virtuelles et en présence)

Remerciements

Nous remercions les personnes suivantes qui ont fourni des exemples et des études de cas ou qui ont révisé le présent document :

Maija Aksela, directrice du Centre national LUMA de Finlande, Faculté des sciences, Université d'Helsinki, Finlande ;

Nathalie Bauer, consultante en recherche et développement, Stiftung Kinder forschen, Allemagne

Ilan Chabay, Research Institute for Sustainability Helmholtz Centre Potsdam (RIFS) Allemagne (anciennement Institute for Advanced Sustainability Studies) ; codirecteur, KLASICA 2.0 : Alliance internationale de recherche sur la connaissance, l'apprentissage et le changement sociétal

Jagori Dhar, rédacteur, Siemens Stiftung, Allemagne

Lisa Gerloff, consultante en recherche et développement, Stiftung Kinder forschen, Allemagne

Nina Kolleck, professeur d'éducation civique et de systèmes éducatifs, Université de Leipzig, Allemagne

Alexander Ruf, consultant pour les réseaux régionaux, Stiftung Kinder forschen, Allemagne

Bibliographie

- Aksela, M. (2019). Towards student-centred solutions and pedagogical innovation in science education through co-design approach within design-based research. *LUMAT: International Journal on Math, Science and Technology Education*, 7(3), 113-139. <https://doi.org/10.31129/LUMAT.7.3.421>
- Baran, P. (1964). On Distributed Communications Networks. *IEEE Transactions on Communications Systems*, 12(1), 1-9. <https://doi.org/10.1109/TCOM.1964.1088883>
- Chabay, I. (2022). Reconciling Risk, Resilience and Sustainability: Learning from Narratives. In M. Shimizu (Ed.), *A Resilience Approach to Acceleration of Sustainability Development Goals* (pp. 43-57). Singapore: Springer.
- Ehrlichman, D. (2021). *Impact networks*. Oakland, CA, USA: Berrett-Koehler Publishers, Inc.
- Fadel, C., Bialik, M., & Trilling, B. (2017). *Die vier Dimensionen der Bildung: Was Schülerinnen und Schüler im 21. Jahrhundert lernen müssen* (J. Muuß-Merholz, Trans.). Verlag ZLL21 e.V. (Original work published 2012).
- Freeman, B., Marginson, S., & Tyler, R. (2019). An International View of STEM Education. In A. Sahin & M. Schroeder (Eds.), *Myths and thruths: What has years of K-12 STEM educatoin research taught us?* (pp. 350-363). Rotterdam, The Netherlands: Brill.
- Gibson, H. (2021). *From Ideas to Action: Transforming Learning to Inspire Action on Critical Global Issues*. Washington, DC: Smithsonian Institution Scholarly Press. Available: <https://doi.org/10.5479/si.15173715.v1>
- Gibson, H., Short, M. E., & O'Donnell, C. (2023). Data, discourse, and development: Building a sustainable world through education and science communication. *Frontiers in Communication*, 8. Available: <https://doi.org/10.3389/fcomm.2023.981988>.
- Hearn, S., & Mendizabal, E. (2011). *Not everything that connects is a network* (Background paper). London: Overseas Development Institute.
- Holley, J. (2012). *Network Weaver Handbook: A Guide to Transformational Networks*. Network Weaver Publishing.
- Kolleck, N. (2012). Vernetzt für den Wandel. Netzwerke im Bereich Bildung für nachhaltige Entwicklung unter der Lupe. In: K. Schwippert, S. Kulin, K. Frank (Eds.), *Soziale Netzwerkanalyse und ihr Beitrag zur sozialwissenschaftlichen Forschung, Theorie – Praxis – Methoden* (pp. 249-267). Münster: Waxmann.
- Kolleck, N., Bormann, I., de Haan, G., Kulin, S., & Schwippert, K. (2016) (Eds.): *Traditionen, Zukünfte und Wandel in Bildungsnetzwerken*. Münster: Waxmann
- Lee, H. (2022). *Building Networks & Enhancing Diversity in the K-12 STEM Teaching Workforce*. Washington, DC: Smithsonian Science Education Center. <https://ssec.si.edu/includes-sourcebook>
- Levine, C. (2015). *Forms: Whole, Rhythm, Hierarchy, Network*. New Jersey, USA: Princeton University Press.
- Li, Y., Wang, K., Xiao, Y., & Froyd, J. E. (2020). Research and trends in STEM education: A systematic review of journal publications. *International Journal of STEM Education*, 7(1), 1-16.
- London in Monitor Institute (2015). *Engage: How Funders Can Support and Leverage Networks for Social Impact*. <https://engage.rockefellerfoundation.org> (accessed 12 October 2022).
- O'Donnell, C. (2018). Science education, identity, and civic engagement: Empowering youth through the UN Sustainable Development Goals. In A. Rold (Ed.), *G7: The Executive Talk Series Global Briefing Report* (pp. 108-116). Carlevoix, Canada: Diplomatic Courier. Available: <https://digital.thecatcompanyinc.com/g7magazine/june-2018/science-education-identity-civic-engagement/>

- O'Donnell, C., & Day, K. J. (2022). Teaching About Real-World, Transdisciplinary Problems and Phenomena through Convergence Education. *Smithsonian Magazine*. Available: <https://www.smithsonianmag.com/blogs/smithsonian-education/2022/07/25/teaching-about-real-world-transdisciplinary-problems-and-phenomena-through-convergence-education/>
- O'Donnell, C. L., D'Amico, A., Zoblotsky, T., & Alberg, M. (2017). *Results of the validation study of the Leadership and Assistance for Science Education Reform (LASER) model. Theories and Fundamentals of Inquiry Based Science Teaching*. Mexico City, Mexico: Innovation in Science Education (INNOVEC; https://ssec.si.edu/innovec_mexico_laser-success-story). Available: http://innovec.org.mx/home/images/7-antologia_v2_digital-min.pdf
- OECD (2020). *Back to the Future of Education: Four OECD Scenarios for Schooling, Educational Research and Innovation*. Paris: OECD Publishing.
- Pahnke, J., O'Donnell, C., & Bascopé, M. (2019). *Using Science to Do Social Good: STEM Education for Sustainable Development*. Position paper developed in preparation for the second "International Dialogue on STEM Education" (IDoS) in Berlin, December 5–6, 2019. Available: <https://www.haus-der-kleinen-forscher.de/en/international-dialogue-on-stem-education/idos2019/position-paper>
- Partnership Brokers Association (PBA) (2019) (Eds.). *Brokering Better Partnerships. By Investing in the Partnering Process* (Handbook) (2nd ed.). London: Partnership Brokers Association.
- Plastrik, P., Taylor, M. and Cleveland, J. (2014). *Connecting to change the world*. Washington, USA: Island Press.
- Powell, W.W. (1990). Neither Market nor Hierarchy: Network Forms of Organization. *Research in Organizational Behaviour* 12, 295-336.
- Reiss, K., & Filtzinger, B. (2023). *STEMplus: The Foundation of an Education in the 21st Century*. Siemens Stiftung.
- Rogers, P. (2014). *Theory of Change, Methodological Briefs: Impact Evaluation 2*. Florence: UNICEF Office of Research.
- Shumate, M., & Cooper, K. R. (2022). *Networks for social impact*. New York: Oxford University Press.
- Slaughter, A.-M. (2017). *The chessboard and the web: Strategies of connection in a networked world*. USA: Yale University Press.
- Snowden, D., & Boone, M. (2007). A leader's framework for decision making. *Harvard Business Review*, 85(11), 68-76.
- Stiftung Haus der kleinen Forscher (2022). *Monitoring Report 2020/2021 of „Haus der kleinen Forscher“ Foundation*. Berlin: Stiftung Haus der kleinen Forscher. Available: <https://www.haus-der-kleinen-forscher.de/de/wissenschaftliche-begleitung/ergebnisse-publikationen/monitoring-berichte>
- United Nations General Assembly (2015). *Transforming Our World: The 2030 Agenda for Sustainable Development*. <https://sustainabledevelopment.un.org/post2015/transformingourworld>. Publication (accessed 02 February 2018).
- Vandor, P., Leitner, L., & Millner, R. (2020). *Impact-oriented networks in the context of philanthropy: an evaluation of the Bosch Alumni Network. Final Report*. Vienna: Social Entrepreneurship Center, Vienna University of Economics and Business. Available: <https://www.iac-berlin.org/resources/how-to-measure-the-success-of-impact-oriented-networks>

- Vandor, P., Leitner, L., Millner, R., & Hansen, H. (2019). *Addressing Grand Challenges Collectively: A Brief Introduction to Impact-Oriented Networks*. Vienna: Social Entrepreneurship Center, Vienna University of Economics and Business. Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=3472979>
- What Works Clearinghouse (2021). *Leadership and Assistance for Science Education Reform (LASER): Intervention Brief Primary Science Topic Area*. Washington, DC: National Center for Education Evaluation at the Institute of Education Sciences (IES). Available: https://ies.ed.gov/ncee/wwc/Docs/InterventionReports/WWC_LASER_IR-brief.pdf