Pédagogie de la robustesse

Camille Larcin et
Pascal Detroz

Plan de la présentation

01 · Des repères qui vacillent

02 · Des crises aux polycrises

03 · Vers un changement de paradigme dans l'enseignement supérieur ?

04 · La robustesse du vivant

05 · Vers une pédagogie de la robustesse

06 · Des compétences robustes

07 · Des enseignements robustes

08 · Des évaluations robustes

09 · Des établissements robustes

10 · Former des ingénieurs robustes : place à l'échange

01 · Des repères qui vacillent : Analyses de cas

Léa et les fluctuations écologiques

Léa construit les bassins qui recueillent l'eau de pluie pour éviter que les rues d'une ville soient inondées. Pour choisir leur taille, elle a appris à regarder les pluies des dernières années.

Mais les grosses pluies « qui arrivent une fois tous les dix ans » tombent désormais presque chaque année. Son bassin, pourtant bien calculé, déborde. Le calcul était bon : c'est le passé qui ne permet plus de prévoir l'avenir.

Faut-il construire plus grand ? Ou laisser l'eau s'infiltrer dans le sol, recréer des espaces verts, accepter que certains parcs soient inondables ?

FLUCTUATION ÉCOLOGIQUE

SCIENCE · 2008

Stationarity is dead: whither water management?

P. C. D. Milly, J. Betancourt, M. Falkenmark et al.

L'ARTICLE EN BREF

Les ingénieurs de l'eau ont toujours supposé que le climat futur ressemblerait au passé. Avec le changement climatique, cette hypothèse ne tient plus : il faut changer de méthode, pas seulement de chiffres.

Un calcul juste suffit-il quand ses hypothèses vacillent ?

Thomas et les fluctuations politiques

Thomas a passé quinze ans à rendre les moteurs essence et diesel un peu moins polluants. Un travail de précision, reconnu par ses pairs.

En 2023, l'Europe décide d'interdire la vente de voitures neuves à essence ou diesel à partir de 2035. Son entreprise se tourne vers l'électrique. Fin 2025, Bruxelles propose d'assouplir la règle : le débat est relancé.

Thomas ne sait plus sur quoi miser. Son savoir-faire est réel, mais son avenir dépend de décisions qui changent d'une année à l'autre. Que fallait-il lui apprendre, en plus de perfectionner une seule technologie ?

FLUCTUATION POLITIQUE

ENERGY POLICY · 2000

Understanding carbon lock-in

Gregory C. Unruh

L'ARTICLE EN BREF

Technologies, normes, infrastructures, emplois et formations se renforcent mutuellement. Ce « verrouillage » rend très difficile de sortir d'un système, même quand une alternative existe.

Former à une seule solution, n'est-ce pas aussi entretenir le verrou ?

Sarah et les fluctuations géopolitiques

Sarah dirige une usine qui fonctionne sans stock : chaque pièce arrive juste au moment où l'on en a besoin. C'est très économique, et on la cite en exemple.

En 2021, une pénurie de puces électroniques frappe le monde entier. Il manque un seul petit composant… et toute la production s'arrête pendant des semaines.

Ce qui rendait son usine si efficace la rendait aussi fragile. On lui demande maintenant de refaire des stocks, de trouver un deuxième fournisseur, de garder des marges : exactement ce qu'on lui avait appris à supprimer.

FLUCTUATION GÉOPOLITIQUE

INT. JOURNAL OF LOGISTICS MANAGEMENT · 2004

Building the resilient supply chain

Martin Christopher & Helen Peck

L'ARTICLE EN BREF

Les chaînes d'approvisionnement optimisées pour coûter le moins cher sont devenues vulnérables. La résilience se prévoit dès la conception : marges, flexibilité, plusieurs fournisseurs.

Et si l'« inefficacité » apparente était une condition de la robustesse ?

Nicolas et les fluctuations numériques

Nicolas a choisi l'informatique parce qu'on lui promettait un emploi assuré : les entreprises manquaient de développeurs et les salaires étaient élevés.

Pendant ses études, ses enseignants et les entreprises le lui répétaient : l'avenir est au code.

Mais quand il obtient son diplôme, l'IA écrit déjà une bonne partie des programmes. Les entreprises recrutent moins de débutants pour les tâches simples, celles par lesquelles on apprenait le métier.

FLUCTUATION NUMÉRIQUE

STANFORD DIGITAL ECONOMY LAB · 2025

Canaries in the Coal Mine? Six Facts about the Recent Employment Effects of AI

Erik Brynjolfsson, Bharat Chandar & Ruyu Chen

L'ARTICLE EN BREF

Aux États-Unis, depuis l'arrivée de l'IA générative, l'emploi des 22-25 ans a reculé de 19 % dans les métiers les plus exposés, dont le développement logiciel. Les plus expérimentés sont épargnés.

Que doit savoir un ingénieur quand la machine sait coder à sa place ?

Pierre et les fluctuations pédagogiques

Pierre enseigne depuis vingt ans comment calculer la solidité d'un pont ou d'une poutre. Pour lui, c'est le cœur du métier : « un ingénieur qui ne sait pas calculer est un danger ».

Avec la réforme, on lui demande d'aborder aussi l'environnement, les usages, les effets d'un ouvrage sur la société. Il perd des heures de cours au profit de projets.

Pierre n'est pas contre le changement, mais il est inquiet : que restera-t-il du métier si l'on calcule moins ? Et comment enseigner ce qu'il n'a lui-même jamais appris ?

FLUCTUATION PÉDAGOGIQUE

SCIENCE, TECHNOLOGY & HUMAN VALUES · 2014

Culture of disengagement in engineering education?

Erin A. Cech

L'ARTICLE EN BREF

Au fil de leurs études, les élèves ingénieurs s'intéressent de moins en moins aux enjeux de société. En cause : une culture qui présente l'ingénierie comme neutre et le technique comme plus « sérieux » que le social.

Comment accompagner l'enseignant plutôt que lui imposer le changement ?

Qui absorbe les fluctuations ?

La responsabilité d'agir et le pouvoir de modifier les contraintes ne se situent pas toujours au même niveau.

À QUEL NIVEAU ?	QUE PEUT-ON AJUSTER ?	QUELLE LIMITE ?
ÉTUDIANTS-INGÉNIEURS	Réorganisent leur projet, leurs options et leurs efforts.	Peu de prise sur les maquettes et les attendus.
ENSEIGNANTS	Ajustent contenus, exercices et projets.	Ne fixent seuls ni horaires ni référentiel.
ÉCOLES	Recomposent les maquettes et répartissent les moyens.	Agissent dans le cadre de l'accréditation.
ENTREPRISES ET DÉCIDEURS	Fixent référentiels, attentes et indicateurs.	Peuvent réviser le cadre lui-même.

**Comment former des ingénieurs pour un monde qui change,
si notre façon de former, elle, ne change pas ?**

02 · Des crises aux polycrises

La crise : des tensions structurelles dans l'enseignement supérieur

ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR

01 Massification

02 Hétérogénéité

03 Définancement relatif

Des publics plus nombreux et diversifiés, dans un contexte de ressources contraintes.

De la crise aux réponses dans un monde stable

ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR

01 Massification

02 Hétérogénéité

03 Définancement relatif

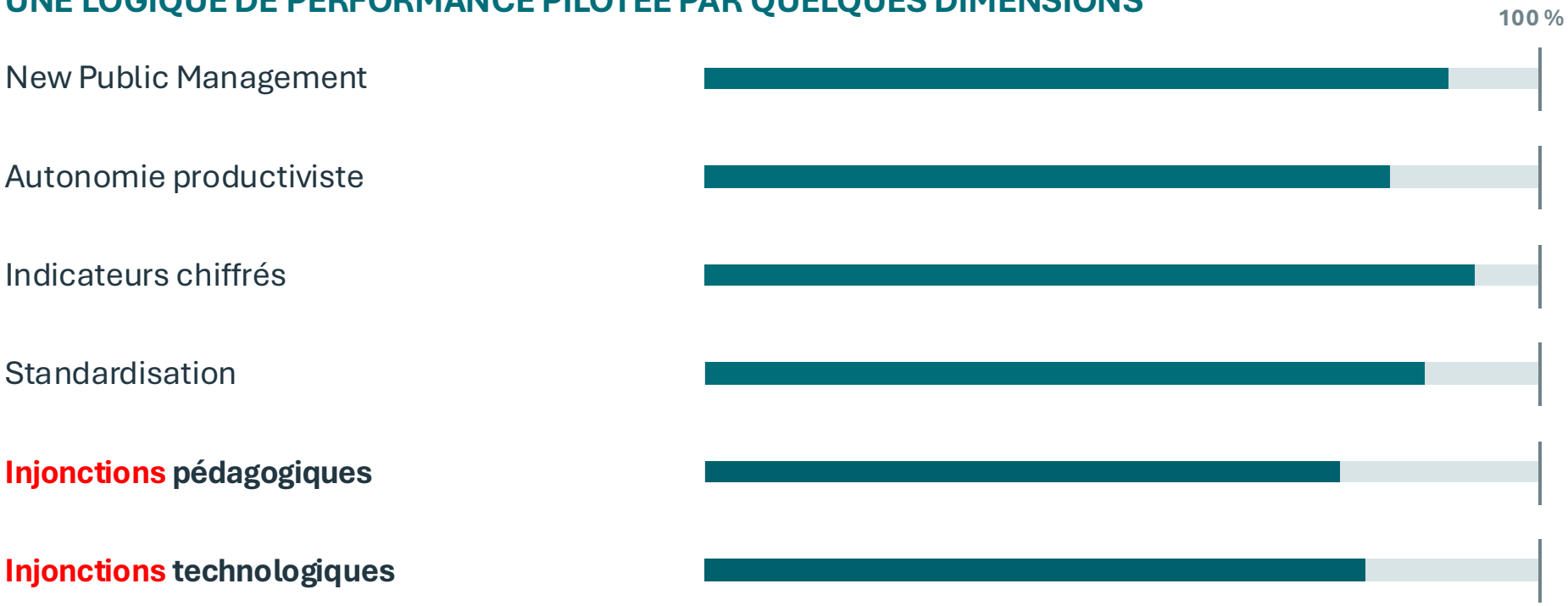
RÉPONSES MOBILISÉES

Leviers pédagogiques

Leviers technologiques

La tentation de la suroptimisation dans un monde cohérent

UNE LOGIQUE DE PERFORMANCE PILOTÉE PAR QUELQUES DIMENSIONS



Des leviers utiles, mais progressivement intégrés à une logique de rationalisation.

Les polycrises comme nouvelles boussoles

Les polycrises : des crises inextricablement liées

Une polycrise n'est pas une simple accumulation de crises. Elle résulte de l'imbrication de crises qui interagissent, s'amplifient et se transforment mutuellement (Lawrence et al., 2024).

- Les perturbations se propagent d'un système à l'autre, produisant des effets en cascade et des rétroactions parfois imprévisibles.
- Résoudre une crise isolément peut en aggraver une autre, en déplaçant les contraintes ou en créant de nouvelles vulnérabilités.
- Une solution localement efficace peut ainsi devenir globalement contre-productive, voire fragiliser l'ensemble du système.

Le paradoxe : à force d'optimiser chaque partie du système, nous risquons d'affaiblir sa capacité à faire face aux crises dans leur ensemble.

Ce monde n’est plus stable ni cohérent : les polycrises augmentent la pression sur le système

Polycrises

- Écologiques et sanitaires
- Sociétales
- Géopolitiques
- Politiques et décrétales
- Numériques

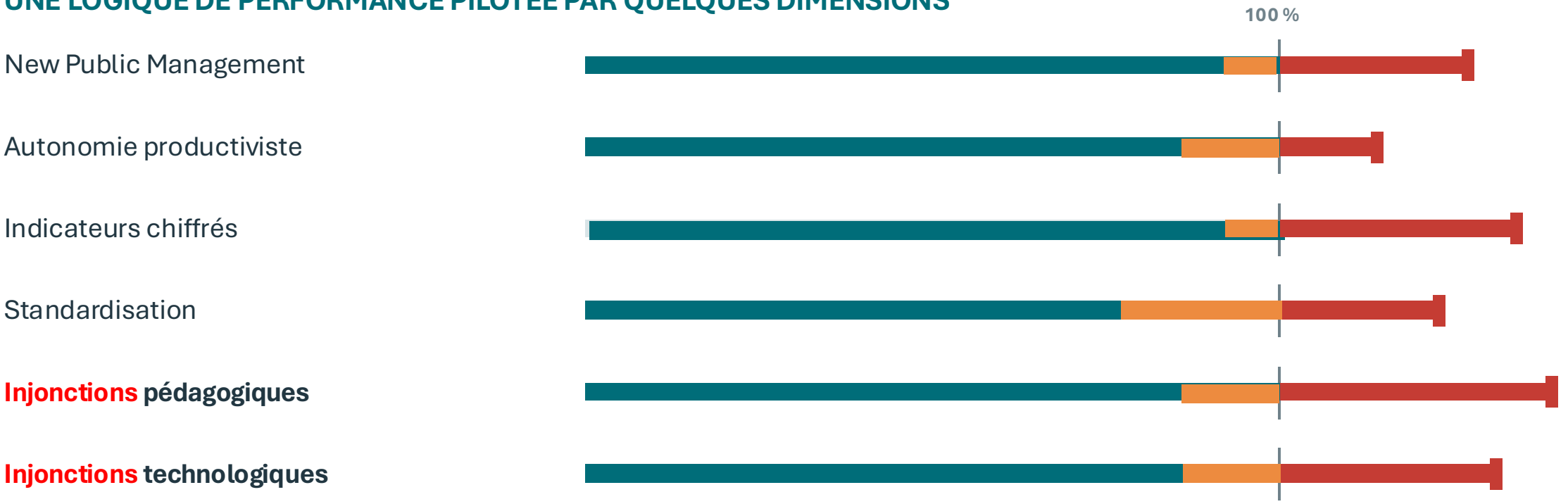
TRUMPISATION

La pression ne s’arrête pas aux capacités du système : les exigences continuent de croître.

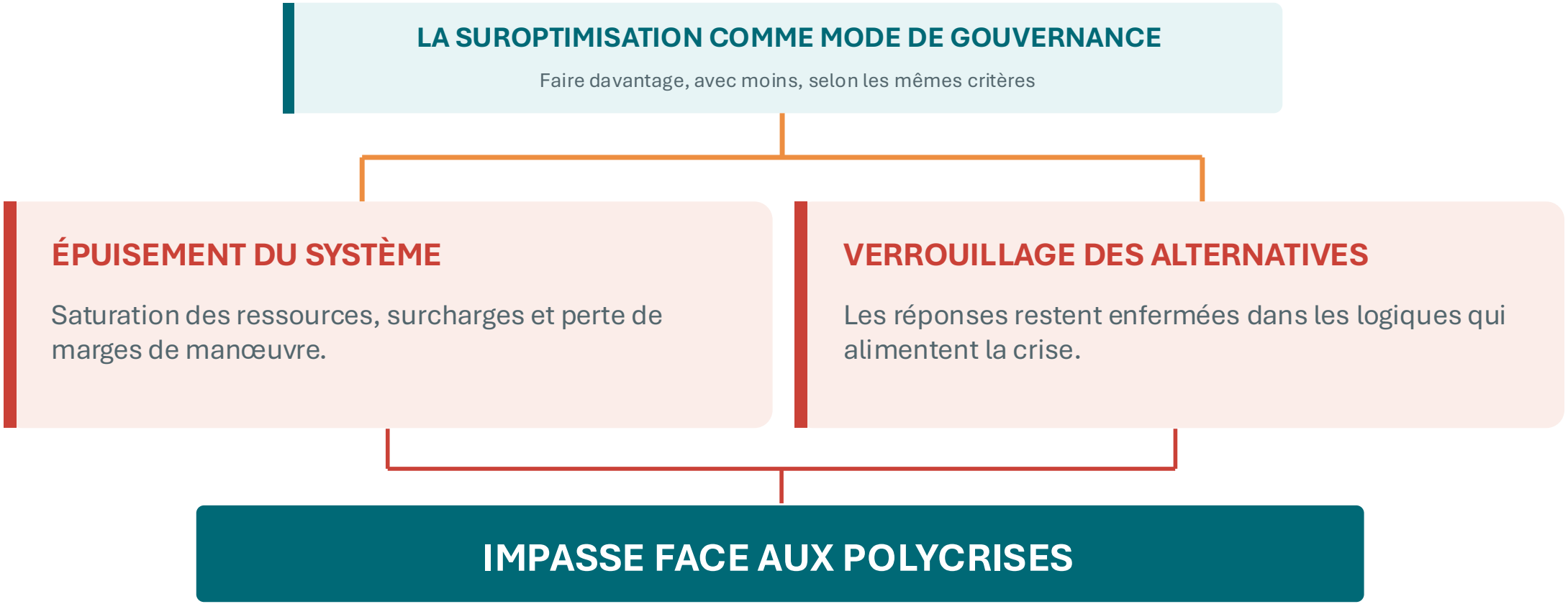
Un système poussé au-delà de ses limites et qui s’épuise littéralement

07 / Saturation

UNE LOGIQUE DE PERFORMANCE PILOTÉE PAR QUELQUES DIMENSIONS



La suroptimisation épuise le système et verrouille les issues de crise



Optimiser davantage ne permet plus de sortir de la crise : il faut changer de logique.

03 · Vers un changement de paradigme ?

Les 5 marches du changement de paradigme (Vosniadou, 2013)

01	Un cadre explicatif initial qui organise sa compréhension du phénomène ;
02	Une insatisfaction par rapport à la conception existante : ça ne marche plus bien ;
03	une conception alternative clairement définie ;
04	le caractère praticable de cette conception alternative ;
05	le caractère fécond de cette conception alternative.

Pourquoi la pédagogie de la robustesse ?

POLYCRISES

Un monde plus fluctuant, interdépendant et imprévisible

écologiques · géopolitiques · numériques · sociétales · politiques

Réformes pédagogiques dominantes

- **APC**
- **Éducation au développement durable**

→ *Utiles, mais insuffisamment structurantes à l'échelle du système face aux polycrises*

Alternatives plus radicales

- **Mezirow**
- **Laval & Vergne**
- **Communs éducatifs**

→ *Transformations systémiques, mais parfois trop radicales ou difficilement appropriables*

PÉDAGOGIE DE LA ROBUSTESSE

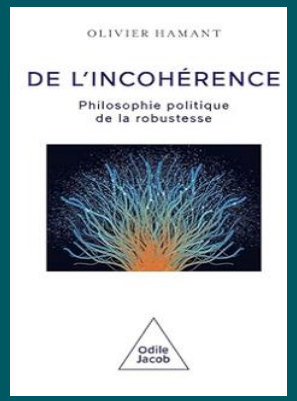
Un cadre crédible pour penser des transformations soutenables ?

systémique · praticable · suffisamment ouvert

04 · La robustesse du vivant

LA ROBUSTESSE

Hamant (2022-24)









UNE DÉMARCHE ISSUE DE LA BIOLOGIE

Biologiste et Directeur de recherche à l'INRAE, Olivier Hamant étudie notamment la croissance et le développement des plantes.

Son constat : le vivant ne recherche pas systématiquement le rendement maximal ni la spécialisation. Des mécanismes apparemment inefficaces contribuent pourtant à sa viabilité.

Deux logiques

PERFORMANCE

Optimiser les moyens pour atteindre un objectif défini.

ROBUSTESSE

Maintenir des fonctions malgré les fluctuations.

Sept caractéristiques qui déjouent la performance dans le vivant

Dans le vivant, ce que l'optimisation considère comme un défaut peut devenir une ressource.

Lenteur
Ne pas accélérer systématiquement les processus.

Hétérogénéité
Maintenir une diversité de structures et de réponses.

Inefficacité
Tolérer des rendements localement modestes.

Incertitude
Composer avec l'imprévisibilité.

Inachèvement
Rester ouvert à la transformation.

Incohérence
Faire coexister différentes logiques.

Redondance
Conserver plusieurs façons d'assurer une fonction.

Exemples biologiques

Photosynthèse à faible rendement ; température humaine

Du vivant à une critique de nos organisations

01

Notre réflexe

Accélérer, standardiser, contrôler, réduire les marges.

02

Le paradoxe

L'optimisation pour un contexte donné peut rendre plus vulnérable à ses changements.

03

Une autre priorité

Préserver la diversité, les redondances et les capacités d'adaptation.

Et si certaines « inefficacités » étaient précisément ce qui nous permet de durer ?

La robustesse : changer de priorité

LE PRINCIPE

« La capacité d'un système à maintenir sa stabilité malgré les fluctuations qu'il subit. »

Préserver la viabilité, sans prétendre supprimer les fluctuations.

La performance est à redéfinir

Un moyen, pas une finalité.

La suroptimisation est à combattre

Elle peut épuiser les marges d'adaptation.

N'est-il pas temps de changer de logiciel ?

05 · Vers une pédagogie de la robustesse

Des polycrises à une réponse systémique via la robustesse

Lorsque les perturbations se combinent, améliorer chaque dispositif isolément ne suffit plus.

FLUCTUATIONS ENTRELACÉES	EXEMPLES DE RÉPONSES ROBUSTES
IA et transformation des métiers	Parcours révisables ; capacité à réapprendre
Moyens contraints, publics hétérogènes	Chemins variés ; marges d'accompagnement
Incertitudes sociales et institutionnelles	Évaluations ajustables ; décisions collectives

La robustesse devient une piste crédible parce qu'elle relie les apprentissages, les pratiques, l'évaluation et l'organisation.

Quatre niveaux qui se renforcent mutuellement

La robustesse de l'un dépend en partie des possibilités offertes par les trois autres.

APTITUDES ROBUSTES

Étudiants et adultes en formation

Ex. Réviser sa stratégie et conserver sa capacité d'agir face à l'inédit.

PÉDAGOGIES ROBUSTES

Enseignants et formateurs

Ex. Diversifier les cheminements et ménager des possibilités d'ajustement.

ÉVALUATIONS ROBUSTES

Accompagner sans renoncer à certifier

Ex. Proposer des rétroactions utiles, des révisions et des traces variées.

INSTITUTIONS ROBUSTES

Créer les conditions de l'adaptation

Ex. Donner du temps, de l'autonomie et du soutien aux collectifs.

Exemple : une évaluation révisable encourage l'exploration, mais suppose une pédagogie adaptable et du temps institutionnel.

Une hypothèse mise au travail collectivement

Construire et éprouver collectivement un cadre de transformation.

COLLECTIF PEDRO LE BLOB

Croiser les expériences, confronter les idées et identifier des principes communs.

RECHERCHE SCIENTIFIQUE

Une thèse engagée, avec la perspective d'élargir à trois travaux doctoraux.

RÉFLEXION INSTITUTIONNELLE

Examiner les contraintes, les leviers et les marges de manœuvre au sein de l'Uliège.

COLLABORATIONS INTERNATIONALES

Mettre les hypothèses en discussion dans différents contextes éducatifs.



www.pedagogie-robustesse.org

06 · Des compétences robustes

Former à agir quand les repères s’effacent

Dépasser la compétence ne signifie pas l’abandonner : cela signifie élargir ce qui rend l’action possible.

COMPÉTENCE

Mobiliser des ressources

Pour traiter une situation relevant d’un domaine ou d’une famille relativement identifiable.

Agir dans un cadre reconnaissable

APTITUDE À LA ROBUSTESSE

Reconfigurer ses ressources

Pour continuer à comprendre, apprendre et agir lorsque la situation devient mouvante ou contradictoire.

Agir lorsque le cadre devient insuffisant

La question qui guide nos travaux

Quelles aptitudes permettent aux étudiants

de comprendre et d'agir dans des environnements

incertains, variables, complexes, peu lisibles et fluctuant ?

Une première étude : entretiens exploratoires sur la robustesse

12

entretiens individuels

≈ 1 h 15 chacun

6 enseignants universitaires
et 6 enseignants de hautes écoles

Neuf domaines de formation
dont médecine, ingénierie, sociologie, philosophie et sciences de l'éducation

Analyse thématique principalement inductive
notes détaillées discutées par deux chercheurs, puis éclairées par la littérature

Échantillonnage intentionnel · pas de verbatim systématique · résultats situés - non représentatifs

Résultats de recherche : six dimensions repérées

Des familles analytiques qui émergent des pratiques et se recouvrent partiellement.

01 Savoirs disciplinaires
Disposer d'un socle et savoir le réinterroger

02 Raisonnement
Questionner, formuler et réviser des hypothèses

03 Expérience
Apprendre de l'écart, de l'essai et de l'erreur

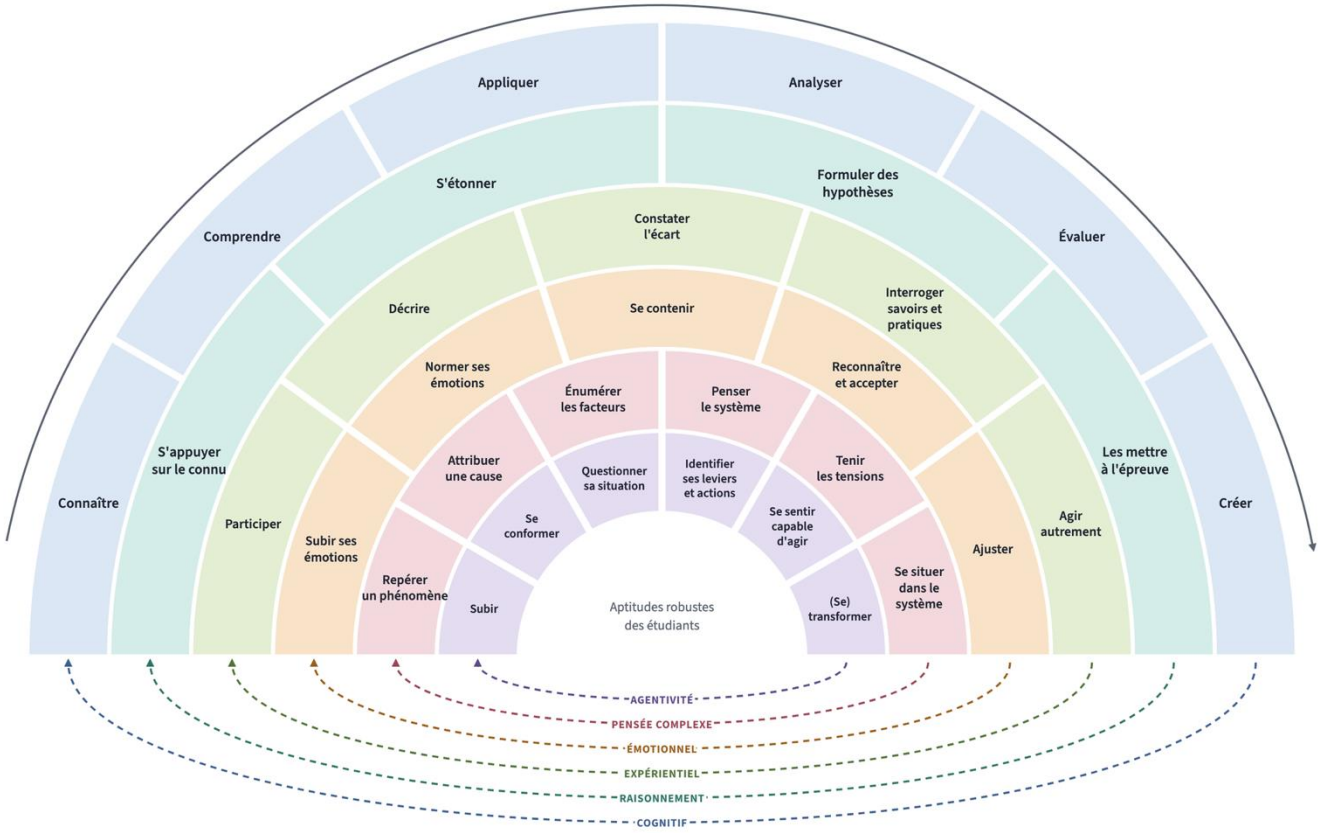
04 Régulation émotionnelle
Rester disponible à l'analyse malgré l'inconfort

05 Pensée systémique
Relier, saisir les interdépendances et les tensions

06 Agentivité
Se positionner et préserver un pouvoir d'action

L'intérêt réside dans la combinaison de ces aptitudes dans des situations nécessitant la robustesse.

Le biomètre : représenter la complexité



01

Dimensions multiples

Six registres, du cognitif au plus transformateur.

02

Continuums à discuter

Des déplacements possibles, non des stades obligatoires.

03

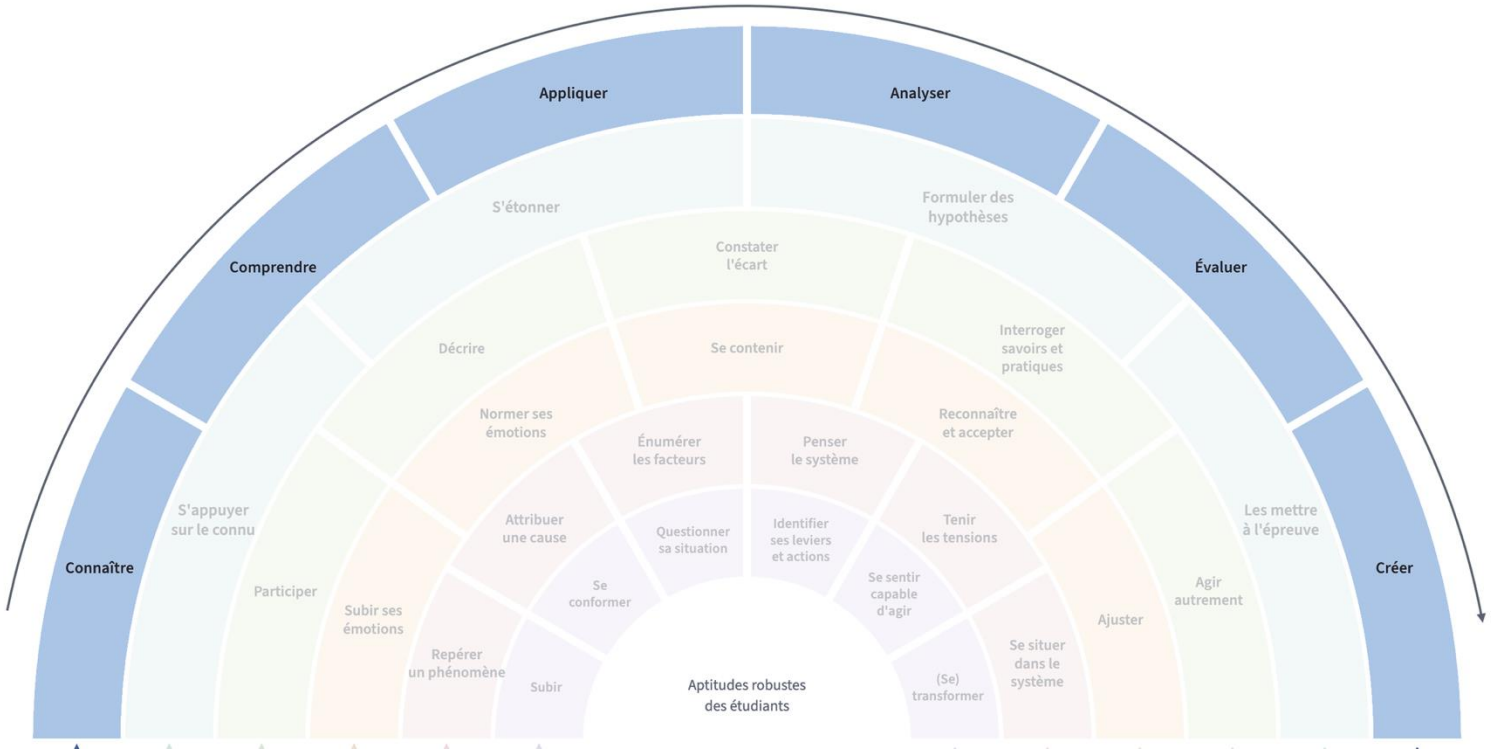
Des couches d'oignon

La combinaison des ressources et les arbitrages entre registres.

Un outil non dogmatique et non prescriptif : il ouvre le champ des possibles plutôt qu'il ne définit une norme.

Continuum cognitif : des savoirs solides, mais vivants

Mobiliser et transformer les connaissances lorsque la situation se complexifie.



REGISTRE 1 / 6

REPÈRES DU CONTINUUM

- **Connaître · Comprendre**
- **Appliquer · Analyser**
- **Évaluer · Créer**

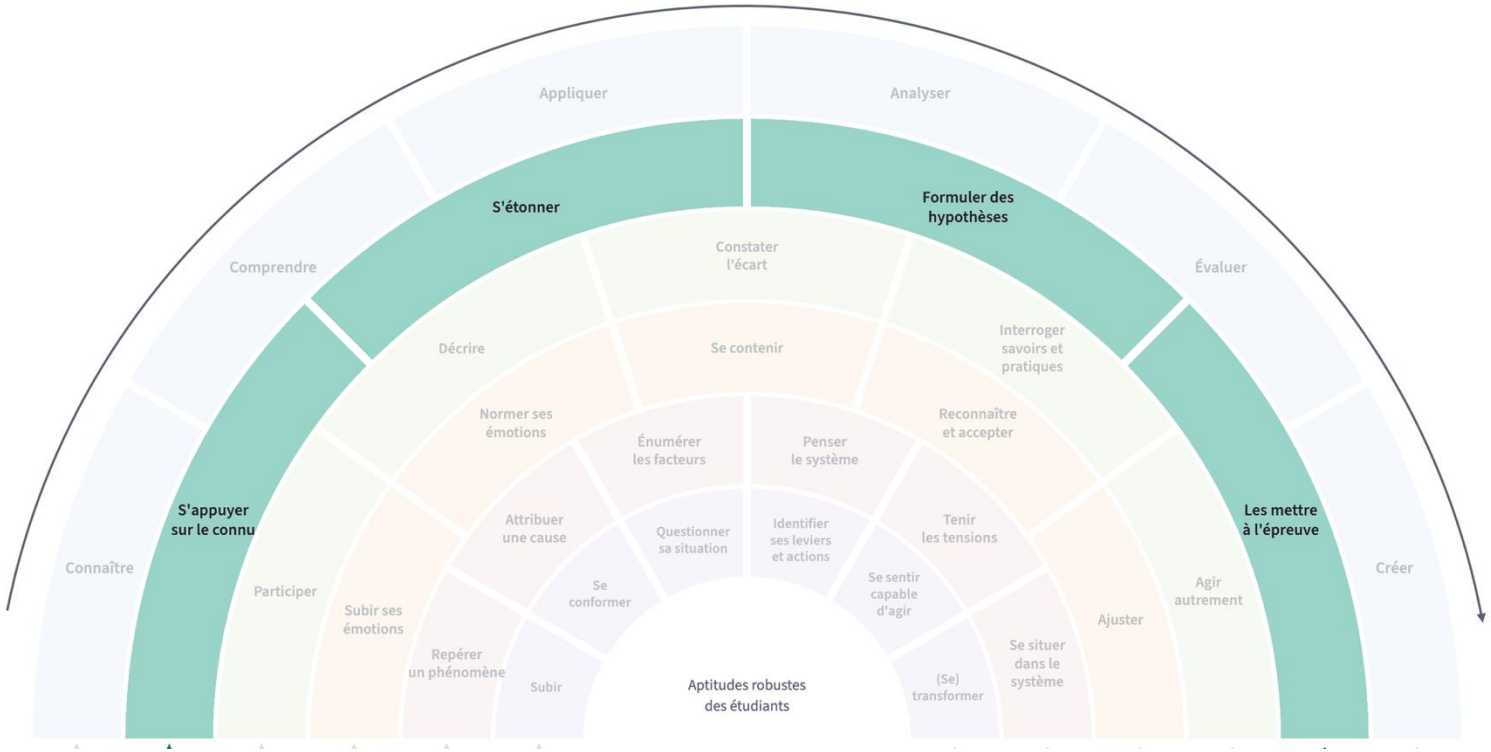
BLOOM ET AL. (1956) ; ANDERSON ET KRATHWOHL (2001)

La robustesse exige de dépasser la restitution et l'application des savoirs pour les analyser, en juger la pertinence et créer lorsque les situations changent.

La robustesse ne suppose pas moins de savoirs, mais un rapport aux savoirs qui permette leur mobilisation et leur transformation.

Continuum du raisonnement : sortir des cadres

Changer de mode de raisonnement quand les explications disponibles ne suffisent plus.



REGISTRE 2 / 6

REPÈRES DU CONTINUUM

- **S'appuyer sur le connu · S'étonner**
- **Formuler des hypothèses**
- **Les mettre à l'épreuve**

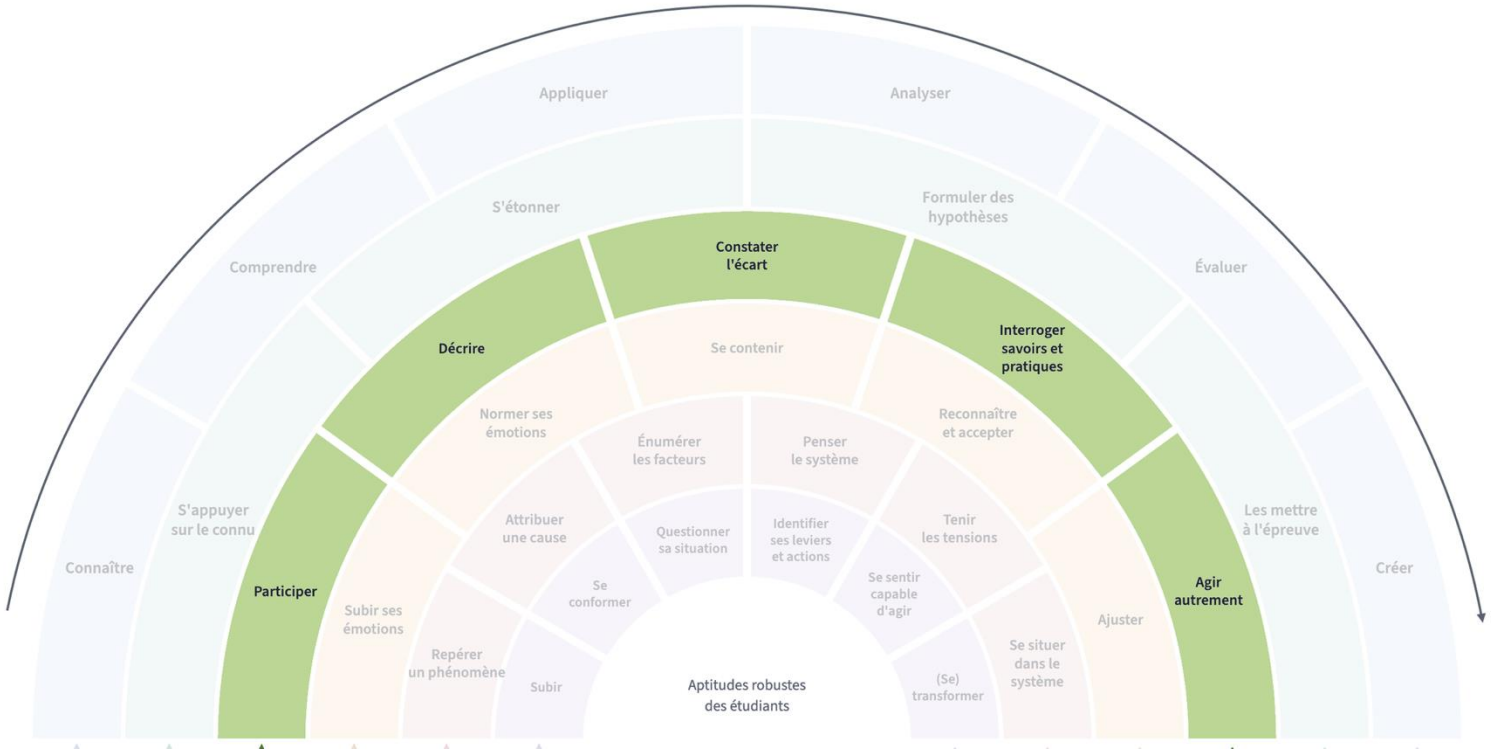
PEIRCE (1903)

La robustesse suppose de ne pas seulement s'appuyer sur le connu : s'étonner, formuler des hypothèses nouvelles et les mettre à l'épreuve lorsque les explications habituelles deviennent insuffisantes.

Être robuste, ce n'est pas seulement bien raisonner : c'est pouvoir changer de raisonnement lorsque la situation l'exige.

Continuum expérientiel : l'imprévu comme ressource

Faire de l'écart entre le prévu et le vécu une ressource pour agir autrement.



REGISTRE 3 / 6

REPÈRES DU CONTINUUM

- **Participer · Décrire**
- **Constater l'écart**
- **Interroger savoirs et pratiques**
- **Agir autrement**

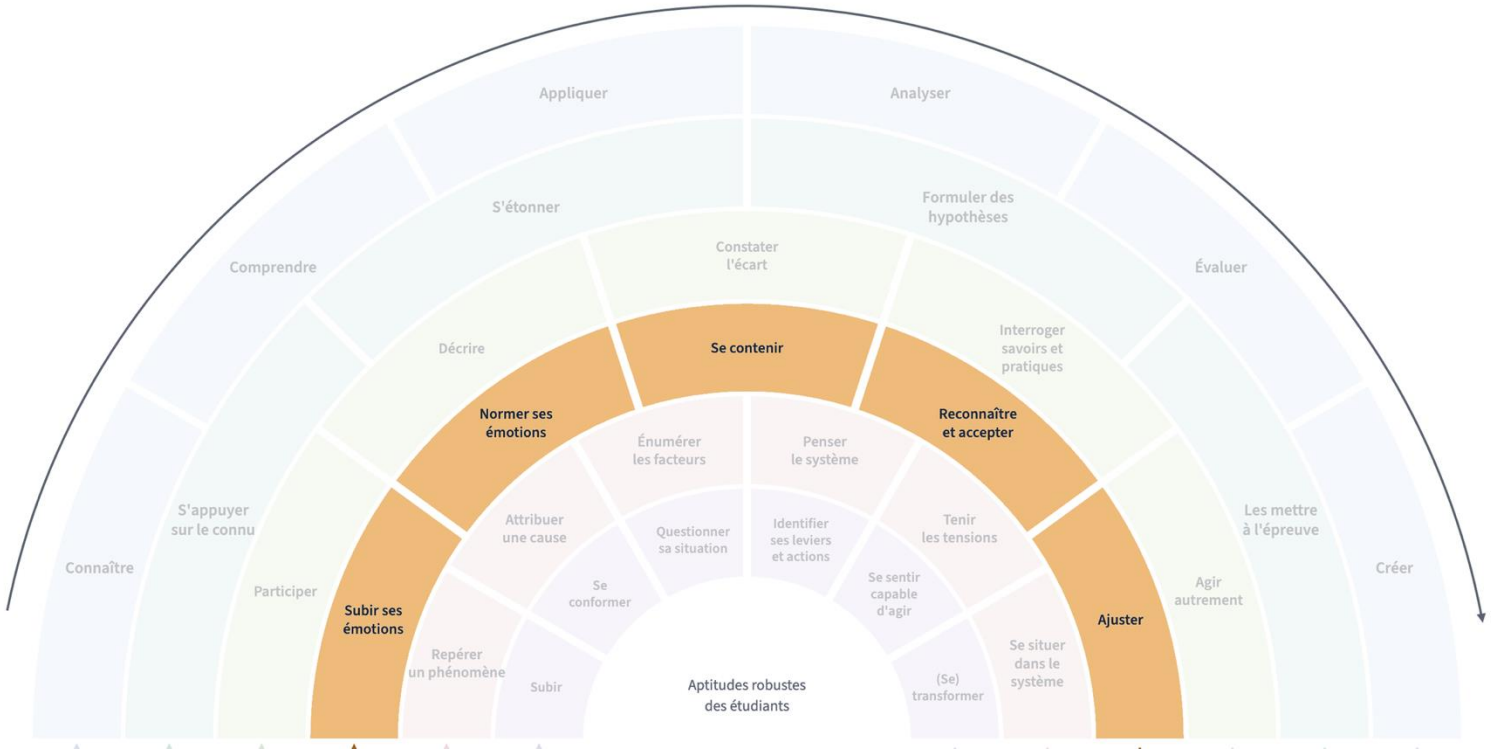
DEWEY (1938) ET KOLB (1984)

Dans un environnement fluctuant, les réponses acquises ne suffisent plus toujours. La robustesse repose sur la capacité à transformer l'expérience, notamment les écarts et les échecs, en ressources pour l'action future.

L'expérience ne devient formatrice que lorsqu'elle est examinée, mise à l'épreuve et reprise.

Continuum émotionnel : penser et agir dans l'incertitude

Préserver la disponibilité à la compréhension et à l'action malgré la déstabilisation et les émotions.



REGISTRE 4 / 6

REPÈRES DU CONTINUUM

- **Subir ses émotions · Normer ses émotions**
- **Se contenir**
- **Reconnaître et accepter**
- **Ajuster**

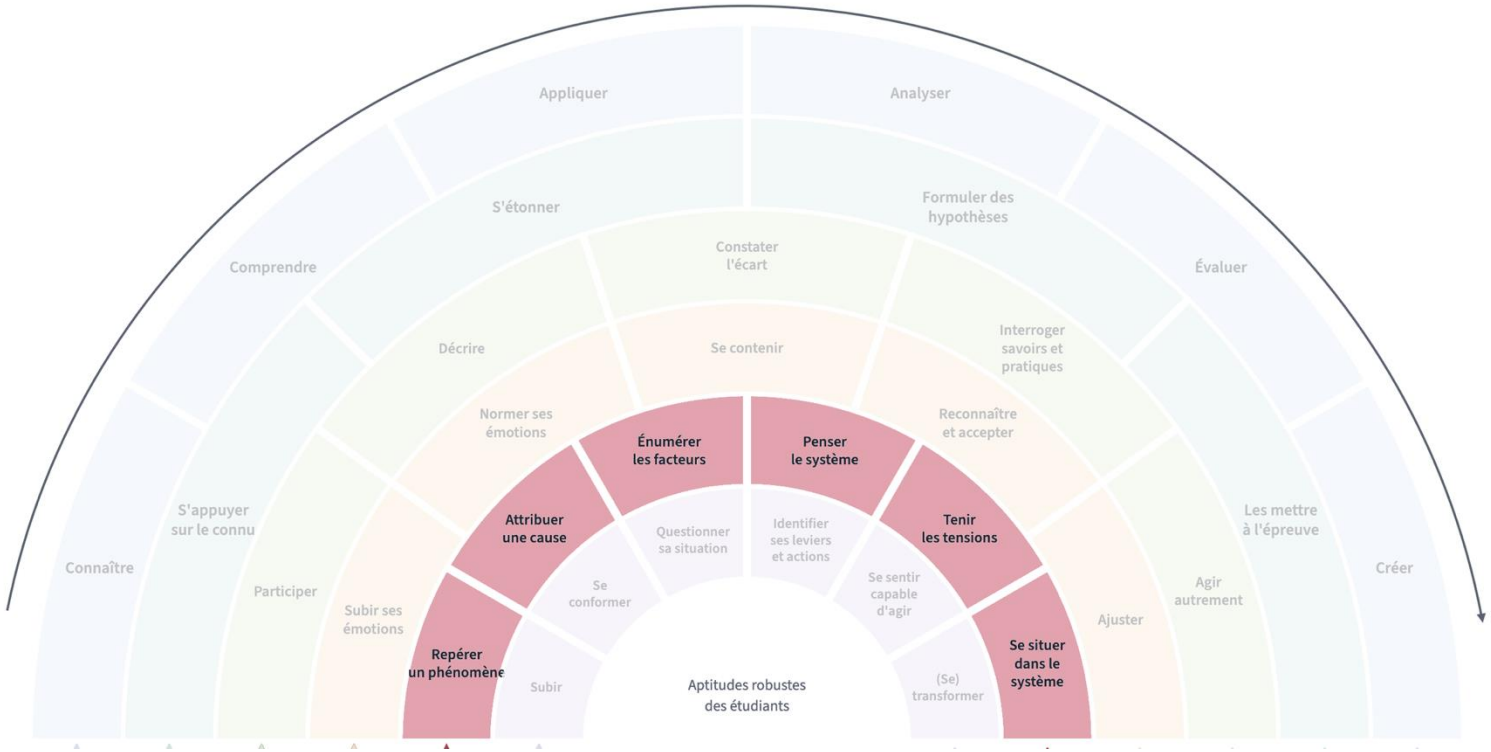
GROSS (1998) ET FRIJDA (1986)

L'incertitude et la déstabilisation mobilisent les émotions. La robustesse suppose de pouvoir les reconnaître et les réguler afin de préserver ses capacités de jugement, d'apprentissage et d'action.

Réguler ne signifie pas supprimer l'émotion : il s'agit d'ajuster sa réponse émotionnelle à la situation.

Continuum de pensée complexe : relier plutôt qu'isoler

Passer d'une lecture isolée des causes à l'analyse des relations et des tensions.



REGISTRE 5 / 6

REPÈRES DU CONTINUUM

- **Repérer un phénomène · Attribuer une cause**
- **Énumérer les facteurs · Penser le système**
- **Tenir les tensions**
- **Se situer dans le système**

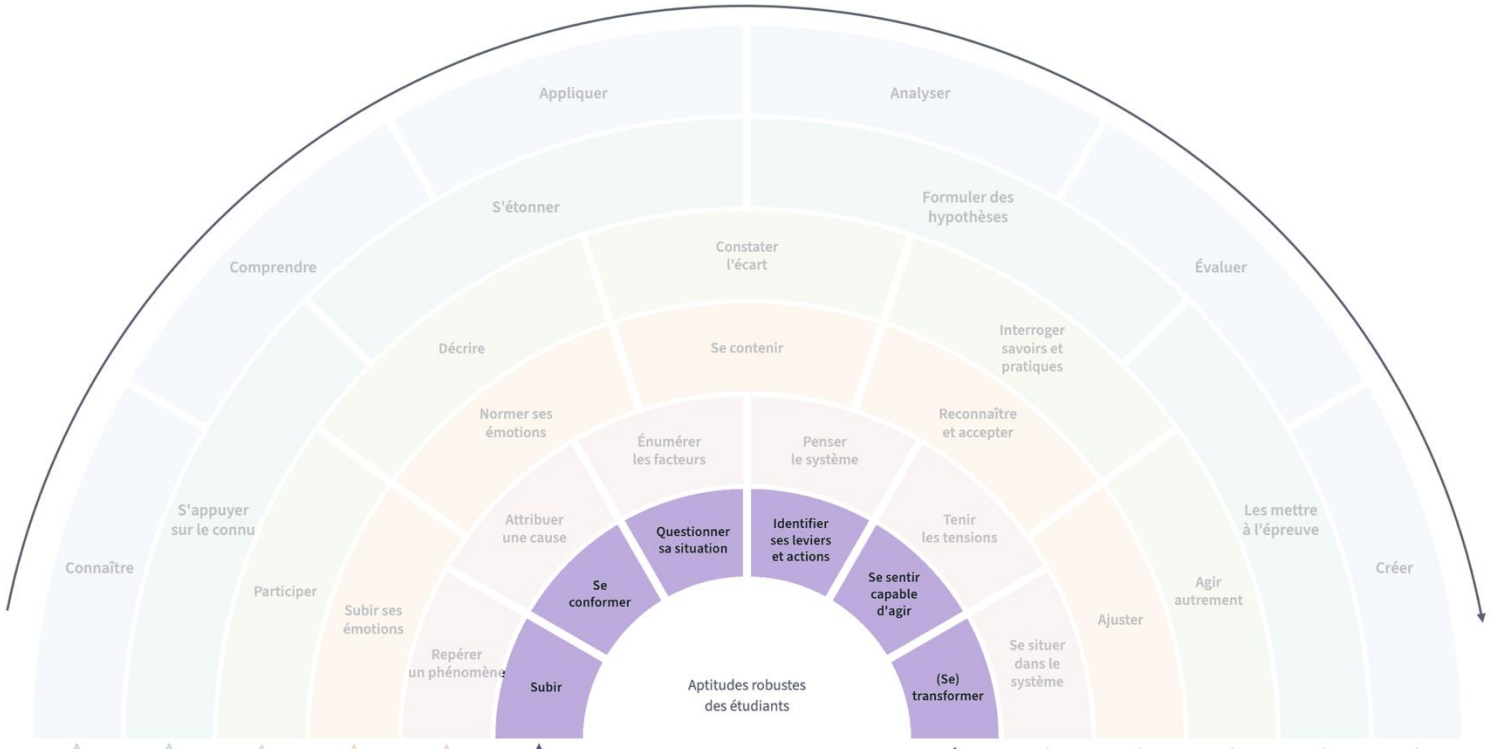
MORIN (1990) ET BATESON (1972)

Face aux polycrises, une lecture fragmentée des problèmes devient insuffisante. La robustesse exige de comprendre les interdépendances, les effets indirects et les contradictions, sans chercher à les réduire artificiellement.

La réflexion robuste accueille les interdépendances, les tensions et la révision des cadres.

Continuum agentif : pouvoir transformer

Ne pas se limiter à s'adapter : préserver la possibilité de questionner et de transformer.



REGISTRE 6 / 6

REPÈRES DU CONTINUUM

- **Subir · Se conformer**
- **Questionner sa situation**
- **Identifier ses leviers et actions**
- **Se sentir capable d'agir · (Se) transformer**

BANDURA (2001) ET FREIRE (1970)

Être robuste ne signifie pas subir ou s'adapter indéfiniment. C'est aussi préserver sa capacité à prendre des initiatives, à questionner les contraintes et, lorsque c'est possible, à transformer son environnement.

Être robuste, ce n'est pas tout accepter : c'est pouvoir se positionner et peser sur le réel.

Du biomètre au dialogue sur le cours et la formation

L'outil n'a d'intérêt que s'il aide à examiner les pratiques, ouvrir des possibles et discuter les finalités.

Le cours	Le programme de formation
LE RÉEL Observer les pratiques et les situations vécues.	**LE RÉEL** Observer les pratiques et les situations vécues.
LE POSSIBLE Explorer plusieurs modalités et marges d'action.	**LE POSSIBLE** Explorer plusieurs modalités et marges d'action.
LE SENS Délibérer sur les finalités et les arbitrages.	**LE SENS** Délibérer sur les finalités et les arbitrages.

Ce qui compte : dessiner un possible qui a du sens, en partant de l'existant.

07 · Des enseignements robustes

Etude 2

Une seconde étude : entretiens exploratoires sur la robustesse

Même échantillon, second axe d'analyse

12

entretiens individuels

≈ 1 h 15 chacun

6 enseignants universitaires
et 6 enseignants de hautes écoles

Neuf domaines de formation
dont médecine, ingénierie, sociologie, philosophie et sciences de l'éducation

Analyse thématique principalement inductive
notes détaillées discutées par deux chercheurs, puis éclairées par la littérature

Échantillonnage intentionnel · pas de verbatim systématique · résultats situés - non représentatifs

Cinq principes pour une écologie de formation

Des principes de conception complémentaires — non un parcours à suivre étape par étape.

01	**CONCEVOIR DES SITUATIONS OUVERTES**	L'inattendu devient matière à penser.
02	**DONNER DE VÉRITABLES MARGES D'ACTION**	L'étudiant peut choisir, ajuster et réorienter.
03	**FAIRE COOPÉRER ET CONTROVERSER**	Les désaccords deviennent des ressources.
04	**OUTILLER LA REPRISE RÉFLEXIVE**	L'expérience se transforme en apprentissage.
05	**INSCRIRE LE DÉVELOPPEMENT DANS LA DURÉE**	Les expériences et les cours se répondent.

En transversal : une posture enseignante ouverte et des gestes professionnels ajustés.

Les pédagogies explicitement évoquées par les enseignants

Des pratiques déjà connues, que la perspective de robustesse conduit à relire autrement.

ALÉATOIRE
E05

Relier des concepts choisis au hasard.

ÉTONNEMENT
E05 · E07*

Questionner ce qui paraissait évident.

INCONFORT
E07

Faire de la difficulté une occasion de travail.

TRANSFORMATIVE
Terme évoqué

Reconsidérer des représentations à partir du vécu.

SERVICE-LEARNING
E04

Immersion associative et retour collectif.

10 · Former des ingénieurs robustes : place à l'échange

Une tension à mettre au travail

Deux représentations de l'ingénieur coexistent. Elles ne s'opposent pas.

« Savoir calculer »

La maîtrise des modèles

- Rigueur et exactitude
- Sécurité des personnes et des ouvrages
- Crédibilité et identité du métier
- Un savoir éprouvé, transmissible, évaluable

ET

« Savoir si la solution est la bonne »

L'analyse du système

- Comprendre le besoin, les acteurs, les interdépendances
- Envisager des alternatives, y compris ne pas construire
- Anticiper les fluctuations : climat, ressources, règles
- Assumer ses choix et leurs effets

La vraie question n'est pas « calcul ou système ? » mais « que calcule-t-on, à quel moment, et pour répondre à quoi ? »

Repères : Cech (2014) ; Faulkner (2007) : le dualisme « technique / social » dans la culture des ingénieurs

Le calcul ne disparaît pas : il change de place

Une formation systémique ne nie pas les solutions techniques : elle les fonde.

LOGIQUE HABITUELLE : « ON A TOUJOURS FAIT COMME ÇA »

Problème posé → Solution habituelle → Calcul → Validation

LOGIQUE SYSTÉMIQUE

01

Analyser le système

Besoin réel, usagers, ressources, contraintes, interdépendances.

02

Ouvrir les alternatives

Plusieurs solutions défendables, y compris réparer, réduire ou ne pas construire.

03

Calculer et dimensionner

Avec la même rigueur, pour comparer les options et fonder le choix.

04

Éprouver la robustesse

Et si les hypothèses changent ? Marges, sensibilité, réversibilité.

La solution est choisie après l'analyse du système, et non par habitude. Le calcul y gagne en consistance et en profondeur.

Repères : Meadows (2008) ; Jouzel & Abbadie (2022)

Un exemple : l'exercice augmenté

On garde le cœur calculatoire ; on lui ajoute un amont et un aval.

Exercice classique : dimensionner la poutre principale d'une passerelle piétonne en acier de 20 m.

AMONT

Pourquoi cette solution ?

- Quel besoin la passerelle sert-elle, et pour qui ?
- Acier, bois, béton : quel bilan carbone, quelles ressources locales ?
- Une alternative sans nouvel ouvrage existe-t-elle ?

CŒUR

La technique, intacte

- Charges, combinaisons, contraintes, flèche
- Vérifications normatives
- La même exigence de rigueur et d'exactitude

AVAL

Et si… ?

- Les températures extrêmes deviennent plus fréquentes ?
- La fréquentation double ?
- L'acier devient rare ou cher ? Qui entretient l'ouvrage pendant 50 ans ?

À l'évaluation : le résultat technique ET la qualité de la justification du choix.

Repères : Jonassen (2000), problèmes mal structurés ; Rittel & Webber (1973), wicked problems

Des cas aux pistes : quoi enseigner, et comment

Les travaux cités dans les cas éclairent à la fois le contenu et la manière d'enseigner.

1 · La matière et les aptitudes robustes

- **Questionner la matière :** resserrer sur le socle, ne pas transmettre une seule solution dominante *(Unruh)*
- **Interroger les hypothèses :** une méthode n'est valable que dans son contexte *(Milly)*
- **Anticiper les fluctuations :** « et si ça casse ? », les marges comme choix de conception *(Christopher & Peck)*
- **Penser en système :** la technique avec ses usages et ses effets, pas à côté *(Cech)*
- **Construire du jugement :** ce que les outils et l'IA n'automatisent pas *(Brynjolfsson)*

2 · La formation et la posture enseignante

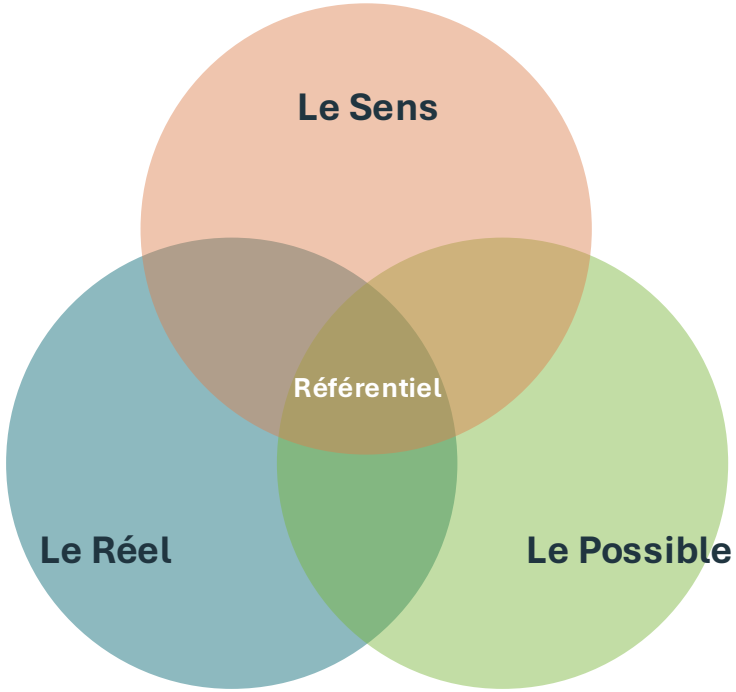
- **Situations ouvertes :** projets réels et stages pour acquérir l'expérience que les tâches simples n'offrent plus *(Brynjolfsson)*
- **Marges d'action :** plusieurs solutions défendables, à choisir et justifier *(écologie de formation)*
- **Coopération et controverse :** technique et enjeux de société dans les mêmes enseignements *(Cech)*
- **Reprise réflexive :** apprendre de l'écart et de l'erreur *(écologie de formation)*
- **Posture enseignante :** commencer petit : les convictions suivent les pratiques *(Guskey)*

Les pistes existent déjà : à nous de les traduire en pédagogie.

Repères : articles des cas (dia. 4 à 8) ; aptitudes (dia. 34) ; écologie de formation (dia. 45) ; Guskey (2002)

Par où commencer ? Analyser avant de prescrire

Repenser un programme commence par croiser trois regards sur la formation.



Le Réel
Analyser les pratiques et les contraintes existantes.

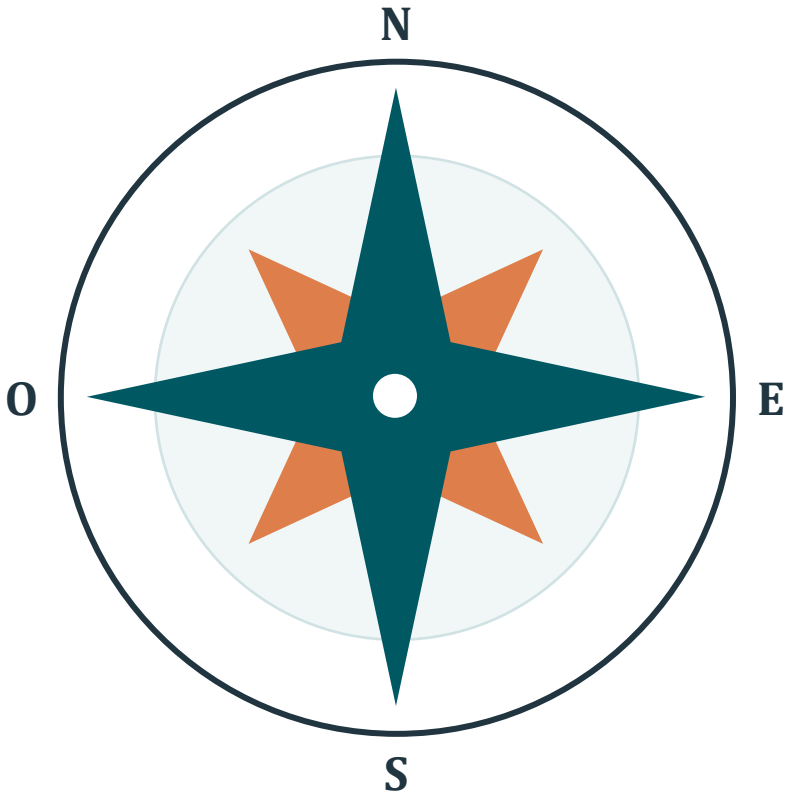
Le Possible
Explorer les opportunités d'innovation et d'amélioration.

Le Sens
Clarifier les finalités et les valeurs du programme.

Le référentiel n'est pas un point de départ prescriptif : il émerge de la rencontre de ces trois regards.

Clarifier le sens : la boussole programmatique

Un outil d'orientation pour éclairer les arbitrages collectifs, sans figer de référentiel normatif.



N

Discipline

Transmission des savoirs fondamentaux, épistémologie et modes de problématisation.

E

Employabilité et professionnalisation

Mobiliser les savoirs en situation, développer une identité professionnelle.

S

Transitions

Contribuer aux défis écologiques, technologiques, sociaux et sanitaires.

O

Robustesse de la formation

Préparer à l'incertitude : pensée critique, réflexivité, capacité d'adaptation.

Merci

pour votre attention

Camille Larcin et
Pascal Detroz

www.pedagogie-robustesse.org

IFRES · Université de Liège

Questions pour l'échange

1. Dans nos enseignements, qu'est-ce qui relève de « on a toujours fait comme ça », et qu'est-ce qui est réellement fondé ?

2. Que craint-on de perdre en faisant évoluer la place des enseignements techniques ? Ces craintes sont-elles fondées ?

3. De quoi les enseignants ont-ils besoin pour oser changer : temps, formation, droit à l'erreur, reconnaissance ?

4. Quel premier pas concret, modeste et réversible, pourrait-on engager?

Changer notre façon d'enseigner est essentiel dans un monde en mouvement. Les enseignants en sont les premiers acteurs.

Références

Anderson, L. W. & Krathwohl, D. R. (Eds.) (2001). A taxonomy for learning, teaching, and assessing: A revision of Bloom's taxonomy of educational objectives. Longman.

Bandura, A. (2001). Social cognitive theory: An agentic perspective. Annual Review of Psychology, 52, 1-26.

Bateson, G. (1972). Steps to an ecology of mind. Chandler.

Bloom, B. S. et al. (1956). Taxonomy of educational objectives. Handbook I: Cognitive domain. David McKay.

Brynjolfsson, E., Chandar, B. & Chen, R. (2025). Canaries in the coal mine? Six facts about the recent employment effects of artificial intelligence. Stanford Digital Economy Lab.

Cech, E. A. (2014). Culture of disengagement in engineering education? Science, Technology, & Human Values, 39(1), 42-72.

Christopher, M. & Peck, H. (2004). Building the resilient supply chain. International Journal of Logistics Management, 15(2), 1-14.

Dewey, J. (1938). Experience and education. Macmillan.

Faulkner, W. (2007). "Nuts and bolts and people": Gender-troubled engineering identities. Social Studies of Science, 37(3), 331-356.

Freire, P. (1970). Pedagogy of the oppressed. Herder & Herder.

Frijda, N. H. (1986). The emotions. Cambridge University Press.

Godfrey, E. & Parker, L. (2010). Mapping the cultural landscape in engineering education. Journal of Engineering Education, 99(1), 5-22.

Gross, J. J. (1998). The emerging field of emotion regulation: An integrative review. Review of General Psychology, 2(3), 271-299.

Guskey, T. R. (2002). Professional development and teacher change. Teachers and Teaching, 8(3), 381-391.

Hamant, O. (2022). La troisième voie du vivant. Odile Jacob.

Jonassen, D. H. (2000). Toward a design theory of problem solving. Educational Technology Research and Development, 48(4), 63-85.

Jouzel, J. & Abbadie, L. (2022). Sensibiliser et former aux enjeux de la transition écologique et du développement durable dans l'enseignement supérieur. MESRI.

Kolb, D. A. (1984). Experiential learning: Experience as the source of learning and development. Prentice Hall.

Meadows, D. H. (2008). Thinking in systems: A primer. Chelsea Green.

Milly, P. C. D. et al. (2008). Stationarity is dead: Whither water management? Science, 319(5863), 573-574.

Morin, E. (1990). Introduction à la pensée complexe. ESF.

Peirce, C. S. (1903/1934). Lectures on pragmatism. In Collected papers of Charles Sanders Peirce (vol. 5). Harvard University Press.

Règlement (UE) 2023/851 du 19 avril 2023 renforçant les normes de performance en matière d'émissions de CO_2 des voitures neuves.

Rittel, H. W. J. & Webber, M. M. (1973). Dilemmas in a general theory of planning. Policy Sciences, 4(2), 155-169.

Unruh, G. C. (2000). Understanding carbon lock-in. Energy Policy, 28(12), 817-830.

Vosniadou, S. (Ed.) (2013). International handbook of research on conceptual change (2nd ed.). Routledge.