



# Vers une Didactique Algorithmique Hybride : Une proposition Théorique en Design Research-Étude de Cas en Tunisie

## Towards a Hybrid Algorithmic Didactics : A Theoretical Proposition in Design Research- A Case Study in Tunisia

Hafedh Gaha, Maître-assistant à l'institut Supérieur des Études technologiques en  
Communication de Tunis




Ghazi Abouda, Conseiller des Services Publics - Présidence du gouvernement tunisien  
Noureddine Laghmardi, Chef du centre nodal à l'office national de télédiffusion, Tunisie

Cet article est soumis à une licence Creative  
Commons. [Creative Commons Attribution 4.0  
International License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).



## Vers une Didactique Algorithmique Hybride : Une proposition Théorique en Design Research - Étude de Cas en Tunisie

### Towards a Hybrid Algorithmic Didactics: A Theoretical Proposition in Design Research - A Case Study in Tunisia

-  **Hafedh Gaha**, Maître-assistant à l'Institut Supérieur des Études technologiques en Communication de Tunis, [hafedh.gaha@edu.isetcom.tn](mailto:hafedh.gaha@edu.isetcom.tn)
-  **Ghazi Abouda**, Conseiller des Services Publics, Présidence du gouvernement tunisien, [ghazi.abouda@pm.gov.tn](mailto:ghazi.abouda@pm.gov.tn)
-  **Nouredine Laghmardi**, Chef du centre nodal à l'office national de télédiffusion, Tunisie, [laghmardi.nouredine@telediffusion.net.tn](mailto:laghmardi.nouredine@telediffusion.net.tn)

Cet article est soumis à une licence Creative Commons. [Creative Commons Attribution 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).



#### Résumé :

Cet article relève d'une démarche hybride de design research épistémique, alliant réflexivité critique, modélisation conceptuelle et ancrage contextuel, dans le but de produire des modèles éducatifs testables. Il propose une reconfiguration didactique de nature systémique, allant au-delà de la pédagogie et de l'andragogie, et établissant un cadre algorithmique en adéquation avec les réalités locales. Face à la prolifération de méthodologies éducatives déconnectées du contexte tunisien, nous interrogeons la manière dont les dispositifs d'habilitation, d'accréditation et de réforme curriculaire imposent des normes exogènes qui figent les savoirs au lieu de les faire émerger. Notre démarche vise à intégrer les paramètres contextuels, climatiques, sensoriels, socio-économiques et territoriaux, dans la modélisation didactique, à dépasser la dichotomie pédagogie/andragogie en faveur d'un apprentissage profondément ancré dans les spécificités locales, et à transformer les mécanismes d'accréditation et d'habilitation en leviers d'innovation pédagogique. Inspirée par une logique systémique et complexe, cette recherche introduit deux algorithmes, *Adaptive Systemic Algorithm* (ASA) et *Transposition Reconfiguration Algorithm* TRA, ainsi qu'une solution intégrée, *Designer of Didactic Parameters Remedies* (D2PR), dont l'originalité réside dans l'intégration explicite des contraintes institutionnelles et budgétaires réelles via le module *Political-Constraint Simulator* (POL-CONST). Le cas tunisien, marqué par une grande diversité géoculturelle, sert de prototype pour un design épistémique post-hégémonique, transformant l'enseignement en un acte collectif de co-invention orienté vers l'émancipation intellectuelle plutôt que vers la conformité institutionnelle.

**Mots-clés :** Didactique, algorithmique hybride, pédagogie systémique, pensée complexe, transposition, accréditation éducative, design épistémique.

#### Abstract:

This article adopts a hybrid, epistemic design research approach, combining critical reflexivity, conceptual modeling, and contextual grounding to produce testable educational models. It proposes systemic didactic reconfiguration that goes beyond pedagogy and andragogy, establishing an algorithmic framework aligned with local realities. In response to the proliferation of educational methodologies disconnected from the Tunisian context, we question how accreditation, certification, and curricular reform mechanisms impose external norms that freeze knowledge rather than foster its emergence. Our approach seeks to integrate contextual parameters, climatic, sensorial, socio-economic, and territorial, into didactic modeling; to move beyond the

pedagogy/andragogy divide toward learning deeply rooted in local specificities; and to transform accreditation and certification systems into catalysts for pedagogical innovation rather than instruments of compliance. Drawing on systemic and complexity-based thinking, we introduce two algorithms, ASA (*Adaptive Systemic Algorithm*) and TRA (*Transposition Reconfiguration Algorithm*), along with an integrated solution, D2PR (*Designer of Didactic Parameters Remedies*). A key innovation of D2PR lies in its explicit incorporation of real-world institutional and budgetary constraints through the POL-CONST (*Political-Constraint Simulator*) module. The Tunisian case, characterized by rich geo-cultural diversity, serves as a prototype for a post-hegemonic epistemic design, reimagining teaching as a collective act of co-invention oriented toward intellectual emancipation rather than institutional conformity.

**Keywords:** Hybrid algorithmic; didactic, systemic pedagogy, complex thinking, didactic transposition, Educational accreditation, epistemological design.

## 1. Introduction

La littérature en didactique a solidement établi la distinction entre pédagogie - entendue comme l'art d'éduquer l'enfant - et didactique, science de l'enseignement des savoirs disciplinaires, tout en consolidant deux piliers théoriques majeurs : la Théorie des Situations Didactiques de Brousseau (1998), qui met en lumière la construction du savoir dans un milieu '*adidactique*', et la Théorie de la Transposition Didactique de (Chevallard, 1985), qui révèle les déformations institutionnelles subies par le savoir savant avant de devenir « savoir enseigné ». Pourtant, malgré ces avancées, demeure une lacune critique : l'absence de modèles capables d'intégrer systématiquement les tensions entre accréditation institutionnelle et exploration épistémique, particulièrement dans les contextes du Sud global, où les normes exogènes étouffent souvent les savoirs situés. Cette impasse se cristallise dans une surproduction méthodologique - pédagogies différenciées, par projets, par compétences - qui, loin de renouveler l'acte d'apprendre, le vide de sa finalité émancipatrice en le réduisant à une logique de conformité performative (Biesta, 2022). C'est dans ce contexte que se déploie notre hypothèse centrale : des algorithmes systémiques, ancrés dans la pensée complexe (Morin, 1990) et la théorie des systèmes (von Bertalanffy, 1968), peuvent désamorcer cette logique normative en réalignant l'enseignement sur les conditions d'émergence authentique du savoir - un épistémique où apprentissage rime à nouveau avec recherche de sens, notamment dans un pays comme la Tunisie, à la croisée de ses ambitions citoyennes et de ses héritages pluriels.

### 1.1. Concept de la didactique

La didactique, en tant que champ scientifique autonome, s'est progressivement distinguée de la pédagogie au cours du XX<sup>e</sup> siècle, non pas dans un souci de rupture, mais dans une volonté de précision épistémique. Comme le souligne Ahmed El Fassi dans son ouvrage fondateur *La Didactique : Concepts et Approches*, la pédagogie relève de l'art d'éduquer l'enfant - terme issu du grec *paidagôgos*, désignant initialement l'esclave qui accompagnait l'enfant à l'école - tandis que la didactique se définit comme la science de l'enseignement des savoirs disciplinaires. Cette distinction n'est pas formelle : elle implique un changement de regard sur l'apprentissage. Alors que la pédagogie s'attache à l'individu en développement, la didactique interroge les conditions de possibilité de la transmission, de la transformation et de la reconstruction d'un savoir spécifique - qu'il soit mathématique, historique, artistique ou scientifique.

Cette spécialisation épistémique se double d'une bifurcation théorique : la didactique générale, qui explore les lois transversales de l'enseignement (Houssaye, 1988), et la

didactique spéciale, qui s'adapte aux logiques internes de chaque discipline (El Fassi, à paraître). C'est dans ce second champ que les travaux de Guy Brousseau (1998) et d'Yves Chevallard (1985) ont marqué un tournant décisif. Brousseau, à travers sa Théorie des Situations Didactiques (TSD), a montré que l'apprentissage authentique ne naît pas de l'instruction directe, mais d'une situation adidactique, où l'élève affronte un « milieu » antagoniste sans intervention immédiate de l'enseignant. Ce milieu, structuré par un contrat didactique implicite, permet la dévolution - transfert de la responsabilité cognitive à l'apprenant - et génère une tension productive propice à la construction du sens. Parallèlement, Chevallard, dans sa Théorie de la Transposition Didactique (TTD), a mis en lumière le parcours chaotique du savoir : du savoir savant (produit par la recherche) au savoir à enseigner (sélectionné par les institutions), puis au savoir enseigné (réellement transmis en classe) et enfin au savoir acquis (reconstruit par l'élève). Ce processus, influencé par la noosphère - ensemble des acteurs institutionnels (inspecteurs, éditeurs, ministères) - opère une série de déformations, de dépersonnalisations et de décontextualisations (Chevallard, 1991). Le savoir n'est donc jamais neutre : il est toujours une médiation sociale, enjeu de pouvoir et lieu de négociation. Ces deux paradigmes - la TSD et la TTD - ont permis de dépasser une vision linéaire de l'enseignement (« le professeur transmet, l'élève reçoit ») au profit d'une approche systémique et relationnelle. Cependant, ils demeurent largement centrés sur le dispositif scolaire et sur des contextes occidentaux, postulant souvent l'universalité de leurs modèles.

## 1.2. Paramètres de l'apprentissage

Malgré la richesse de ces théories, un vide épistémique subsiste : comment intégrer, de manière cohérente et opératoire, les paramètres contextuels extrinsèques ?

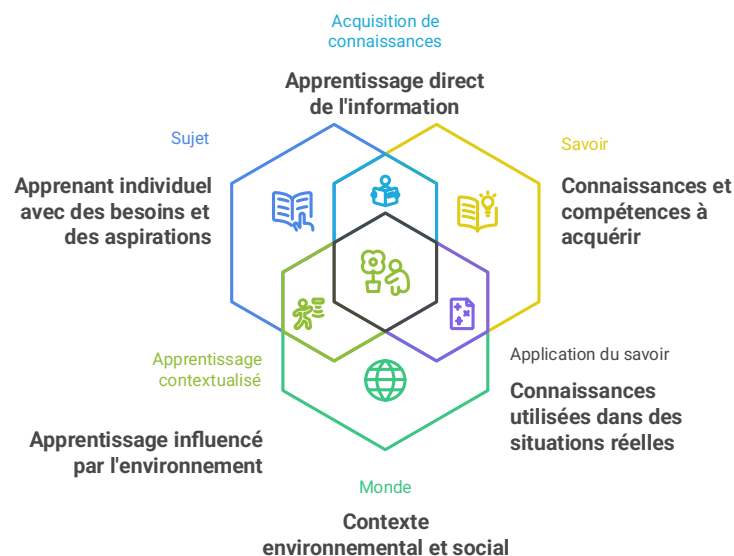
Cette recherche s'inscrit dans le courant du design research (Buchanan, 1992), conçue ici comme une pratique épistémique de conception de systèmes pédagogiques. Elle vise non pas à tester des hypothèses, mais à proposer des artefacts conceptuels (ASA, TRA, D2PR) destinés à être expérimentés dans des contextes réels. Les modèles classiques de Brousseau ou de Chevallard ne prennent pas en compte, ou de façon marginale, des variables telles que :

- les asymétries géopolitiques entre pays « développés » et « en développement » (Santos, 2014),
- les rapports économiques de type « maître-esclave » (Santos, 2014) qui structurent les échanges de savoirs au niveau global,
- les facteurs climatiques et sensoriels (Barad, 2007 ; Ingold, 2011) qui influencent la cognition et la perception,
- les temporalités éducatives locales (rythmes agricoles, cycles sociaux, temporalité post-révolution, etc.),
- les ambitions citoyennes - à la fois individuelles et collectives - étudiées ou non,
- et les dispositifs institutionnels contemporains (habilitations, accréditations, normalisations) qui imposent une logique de conformité souvent déconnectée des besoins territoriaux. Plus encore, on ignore comment articuler ces dimensions dans un modèle unifié capable de réguler dynamiquement la transposition didactique (Khalifa, 2021) et le milieu d'apprentissage selon le contexte. D'ailleurs, la Figure 1 illustre les composantes interconnectées de l'apprentissage didactique, plaçant l'apprenant au centre comme acteur pivot du processus. Elle met en exergue six éléments périphériques essentiels : l'apprenant individuel avec ses besoins et aspirations spécifiques ; l'acquisition directe de connaissances issues de l'information brute (le savoir) ; les compétences et savoirs à développer ;

l'application concrète du savoir dans des situations réelles ; l'apprentissage contextualisé sous l'influence de l'environnement ; et le monde comme cadre environnemental et social global.

Inspirée de la pensée complexe d'Edgar Morin et de la théorie générale des systèmes de Ludwig von Bertalanffy, cette figure souligne l'interdépendance dynamique de ces facteurs, favorisant une adaptation fluide de l'enseignement aux réalités territoriales, climatiques, sensorielles et socio-économiques locales. En d'autres termes : existe-t-il des règles systémiques - non pas « magiques », mais fondées sur la pensée complexe - capables d'adapter l'enseignement à la diversité des mondes contemporains ?

Ce manque est particulièrement criant dans les pays du Sud global, où les réformes éducatives, calquées sur des modèles exogènes, génèrent des écarts épistémiques (Santos, 2014) : les savoirs enseignés deviennent des objets importés, déconnectés des réalités sensorielles, économiques et culturelles des apprenants. L'enseignement, au lieu d'être un lieu d'émancipation, se transforme en rituel de standardisation.



**Figure 1 : Le cœur de l'apprentissage didactique**

### 1.3. Modèles de décision dynamique

Cet article s'inscrit donc dans une démarche de réparation épistémique qui ne relève pas uniquement de la didactique, mais s'inscrit résolument dans le champ de la design research : nous considérons l'enseignement non comme un objet à analyser, mais comme un système à concevoir. Les algorithmes ASA, TRA et D2PR sont ainsi à comprendre non comme des modèles prédictifs, mais comme des artefacts conceptuels au sens de (Buchanan, 1992), des propositions spéculatives qui relient savoirs, territoires et acteurs dans une logique de 'design as inquiry'.

Cette posture nous permet de traiter la didactique comme un acte de conception épistémique, où le design devient le langage commun entre critique institutionnelle et innovation pédagogique. Nous utilisons indifféremment les termes "algorithme systémique" et "modèle de décision dynamique", car il s'agit ici de séquences conditionnelles, non de code informatique. Face à la surproduction méthodologique -



pédagogies différenciées, par projets, par compétences, par erreur, etc. - qui, en Tunisie comme ailleurs, fragmente les pratiques sans renouveler les fondements, nous proposons de recentrer le débat sur l'essence même de l'apprentissage : non pas « comment enseigner », mais « sous quelles conditions un sujet peut-il rencontrer un savoir dans un monde donné » (Fassi, A.2004). Notre hypothèse est la suivante : les « algorithmes systémiques » - ici entendus non comme des programmes informatiques, mais comme des modèles de décision dynamique, inspirés de la pensée complexe (Morin, 1990) et de la théorie générale des systèmes (von Bertalanffy, 1968) - permettent de désamorcer la logique de « conformité performative » qui domine les réformes éducatives, notamment en Tunisie. Ces algorithmes opèrent une double régulation :

1. ASA (Adaptive Systemic Algorithm) : ajuste le milieu didactique (Brousseau) aux paramètres territoriaux (climat, capteurs, économie, ambitions).
2. TRA (Transposition Reconfiguration Algorithm) : reconfigure localement la transposition du savoir savant (Chevallard) pour éviter l'« épistémicide » (Santos, 2014) et reconnecter le savoir à son ancrage sensoriel et culturel.

L'originalité de cette recherche réside dans son ancrage territorial concret. La Tunisie, par sa richesse patrimoniale, sa diversité géographique (du littoral méditerranéen aux déserts du sud) et l'ambition de ses citoyens, constitue un terrain d'observation privilégié. Depuis l'indépendance, son système éducatif a été soumis à des logiques centralisées, puis à des injonctions globales (UNESCO, Banque mondiale), générant un décalage croissant entre les curricula nationaux et les réalités locales. Pourtant, dans les interstices de ce système, émergent des lignes de fuite pédagogiques.

Cet article offre un cadre théorique extensible, destiné à réaligner l'enseignement sur une exploration authentique du savoir. Il vise à répondre à trois questions fondamentales :

- a. Comment intégrer les paramètres contextuels (climat, économie, capteurs, temporalités) dans la modélisation didactique ?
- b. Comment dépasser la dialectique pédagogie/andragogie pour penser un apprentissage ancré dans le territoire et les ambitions collectives ?
- c. Comment transformer les mécanismes d'accréditation et d'habilitation en leviers d'innovation, plutôt qu'en instruments de normalisation ?

Après cette introduction, la section 2 présente le cadre théorique unificateur, la section 3 traite le cas tunisien comme prototype épistémique, la section 4 déploie quelques algorithmes systémiques et leur synthèse opérationnelle D2PR, la section 5 en discute les implications et limites, la section 6 illustre les limites et la section 7 conclut sur une didactique post-hégémonique. La Figure 2 résume la structure du papier et montre les étapes itératives de la recherche : fondements théoriques, cadre solide, analyse tunisienne, défis et opportunités, modèles systémiques, outils didactiques, solutions hybrides, et innovations éducatives. Elle met en lumière l'évaluation pédagogique, les implications discutées, le plaidoyer pour l'amélioration, et une conclusion active, soulignant l'interconnexion théorie-pratique dans un contexte tunisien post-hégémonique. Ce cadre théorique et méthodologique s'inscrit dans l'esprit de la revue DEED, dont la mission - « Enseigner le Design, Designer l'Enseignement » - invite précisément à penser l'enseignement comme un acte de conception épistémique.

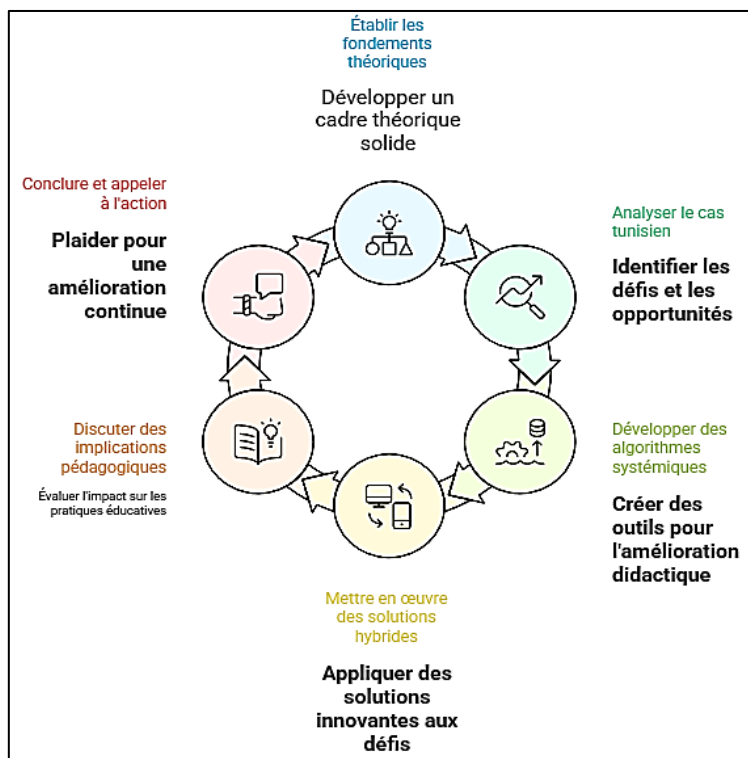


Figure 2. Méthodologie déployée

## 2. Fondements théoriques : vers une didactique systémique et contextualisée

Nous adoptons une démarche de design épistémologique (Buchanan, 1992), visant à produire des artefacts conceptuels testables. L'approche de l'apprentissage classique versus celle épistémique sera traitée dans cette section pour distinguer entre les différentes écoles qui distinguent des paramètres didactiques projetés sur une axio-métrie très sélective et notamment opposée.

### 2.1. La didactique : entre universalité disciplinaire et ancrage local

Comme établi en introduction, El Fassi distingue clairement pédagogie et didactique, et introduit une tension fondamentale entre universalité disciplinaire et ancrage local. Cette tension devient un atout dans notre modélisation systémique, car elle explique pourquoi les méthodologies importées échouent à résoudre le contexte tunisien. Ce triptyque, implicite dans ses analyses, devient explicite lorsqu'on le confronte aux travaux de Chevallard (1985). Plus encore, El Fassi critique la décontextualisation des méthodologies pédagogiques : les « pédagogies par objectifs », « par erreur », ou « différenciée » qui sont présentées comme des techniques neutres, alors qu'elles portent en elles des présupposés épistémiques liés à des contextes culturels spécifiques. C'est cette tension - entre universalité des disciplines et singularité des territoires - que notre approche systémique cherche à résoudre.

### 2.2. Brousseau : le milieu comme interface épistémique - et ses limites

Guy Brousseau (1998) propose dans sa Théorie des Situations Didactiques (TSD) un modèle où l'apprentissage authentique naît dans une situation 'adidactique', c'est-à-dire un environnement où l'enseignant s'efface pour laisser l'élève affronter un milieu antagoniste. Ce milieu n'est pas seulement cognitif, mais relationnel : il obéit à un contrat didactique implicite (Brousseau, 1986), qui définit les rôles, attentes et responsabilités de chacun. La dévolution, processus par lequel l'enseignant transfère la responsabilité cognitive à l'élève,



est au cœur de ce modèle. Pourtant, dans des contextes comme la Tunisie, marqués par des rapports hiérarchiques et une culture du respect de l'autorité, la dévolution ne peut être appliquée mécaniquement. Elle doit être négociée, sensoriellement médiatisée, et territorialement ancrée (dévolution par le toucher dans un atelier de poterie, non par un énoncé abstrait). De plus, Brousseau reconnaît l'existence d'échappatoires didactiques (effet Jourdain, effet Topaze), où l'élève contourne la situation d'apprentissage sans en saisir le sens (Brousseau, 1986). Ces échappatoires, loin d'être des « erreurs », révèlent les résistances contextuelles du système éducatif - notamment quand l'école impose un « milieu » en décalage avec les capteurs sensoriels (Zembylas, 2024) ou les temporalités locales.

### **2.3. Chevallard : la transposition comme violence épistémique et levier de relocalisation**

Yves Chevallard (1985) pousse plus loin l'analyse de la déformation des savoirs via sa Théorie de la Transposition Didactique (TTD). Il montre que le « savoir savant » est progressivement dépersonnalisé, décontextualisé et programmable pour devenir « savoir scolaire » (Chevallard, 1991). Cette transposition s'opère sous l'influence de la noosphère - ensemble des acteurs institutionnels (ministères, éditeurs, inspecteurs) qui filtrent et réécrivent les savoirs. Dans les pays du Sud global, cette noosphère est souvent exogène : elle importe des curricula calqués sur des modèles européens ou nord-américains, ignorant les savoirs vernaculaires (Santos, 2014). Notre approche renverse ce schéma : au lieu de subir la transposition, nous la reconfigurons localement. Le TRA (Transposition Reconfiguration Algorithm) permet de « repersonnaliser » le savoir, de le réancrer dans les capteurs sensoriels, les climats et les économies locales. Ainsi, la transposition devient un acte de design épistémique, non une norme imposée.

### **2.4. Morin & Bertalanffy : la pensée complexe comme cadre unificateur.**

Ces trois piliers (El Fassi ; Brousseau ; Chevallard) ne suffisent pas à intégrer la pluridimensionnalité de l'apprentissage contemporain. C'est pourquoi nous les plaçons sous l'égide de deux cadres théoriques englobants la théorie générale des systèmes de Ludwig von Bertalanffy (1968) qui nous permet de penser l'éducation non comme un modèle linéaire (input - output), mais comme un système ouvert, en interaction permanente avec son environnement (économie, climat, capteurs sensoriels). La rétroaction et l'émergence y sont des principes fondamentaux. Dans les contextes postcoloniaux marqués par une centralisation historique, la territorialisation ne constitue pas une option, mais une nécessité épistémique. Comme le montre la récente loi tunisienne de régionalisation selon le Journal Officiel de la République Tunisien (JORT, 2023), la reconnaissance des spécificités locales ouvre la voie à une didactique qui ne s'impose plus du centre, mais émerge depuis les marges. D'ailleurs, la pensée complexe d'Edgar Morin (1990) refuse la réduction du savoir à une discipline isolée. Elle exige de penser « avec les incertitudes, les contradictions et les boucles de récursivité » (Morin, 1990, p. 27). La Figure 3 présente le triangle didactique (Houssaye, 1988) étendu à une matrice systémique contextuelle. Cette figure ne se contente pas de répéter le modèle de Houssaye (1988) ; elle le problématise en y insérant les paramètres contextuels absents des modèles classiques. Le triangle devient un noyau dynamique, constamment perturbé et reconfiguré par les forces externes - exactement comme le prévoit la systémique de Bertalanffy.

### **2.5. Design et pratique didactique versus critique des algorithmes**

Si la didactique classique s'interroge sur les conditions de la transmission du savoir, la design research réoriente cette question vers la conception de systèmes pédagogiques vivants. Comme le souligne Manzini (2015), le design devient alors une pratique sociale d'innovation

située, où l'apprentissage émerge de la cocréation avec les communautés locales. Cette posture, prolongée par Akama et Sumartojo (2019) sous le signe du care, met l'accent sur la relation, la vulnérabilité et l'ancrage territorial, des dimensions centrales dans notre proposition d'un apprentissage sensoriel et décolonial.

Par ailleurs, dans un contexte marqué par l'essor des « algorithmes éducatifs » (Williamson, 2017), il est crucial de distinguer les modèles de contrôle (basés sur la prédiction, la performance, la conformité) des modèles d'émancipation. Comme le rappelle Seaver (2017), un algorithme n'est jamais neutre : il incarne des valeurs, des présupposés épistémiques et des rapports de pouvoir. C'est pourquoi nos algorithmes ASA, TRA et D2PR sont conçus non comme des outils technocratiques, mais comme des artefacts critiques, des propositions spéculatives visant à désamorcer la logique performative et à réinventer l'enseignement comme acte de co-invention.

### **3. Le cas tunisien : entre héritage épistémique, dérives institutionnelles et potentiels algorithmiques**

Par l'étude de cas de la Tunisie, l'école paradoxale qui hérite de la plupart des approches didactiques qui existaient, un système hétérogène, classique et moderne à la fois, mais qui pourrait nécessiter un recul et une reconceptualisation adaptée au contexte épistémique.

#### **3.1. Une richesse épistémique et humaine à redéfinir**

La Tunisie incarne un cas d'école paradoxal : un patrimoine intellectuel ancien, un système éducatif centralisé datant de l'indépendance, et une jeunesse extrêmement ambitieuse, confrontée à des structures pédagogiques figées. Depuis la réforme de 1958, puis les réajustements successifs des années 1990, 2011 et 2022, l'enseignement supérieur et scolaire a été soumis à une logique de standardisation plutôt que d'innovation, d'accréditation plutôt que d'exploration (El Fassi, à paraître). Pourtant, comme le souligne Morin (1990), « la connaissance ne se transmet pas, elle se reconstruit ». Or, en Tunisie, cette reconstruction est constamment parasitée par des logiques normatives héritées d'un État-providence devenu État-bureaucratique. La richesse du pays ne réside pas uniquement dans son patrimoine archéologique ou linguistique, mais dans la diversité épistémique de ses citoyens. Des régions du Nord (Bizerte, Béja) aux oasis du Sud (Tozeur, Tataouine), en passant par les centres urbains de Sfax ou Sousse, chaque territoire porte une manière singulière d'habiter le savoir. Cette pluralité cognitive - trop souvent ignorée au profit d'un curriculum national uniforme - constitue un réservoir potentiel pour une didactique algorithmique et systémique, capable de s'adapter à chaque micro-contexte.

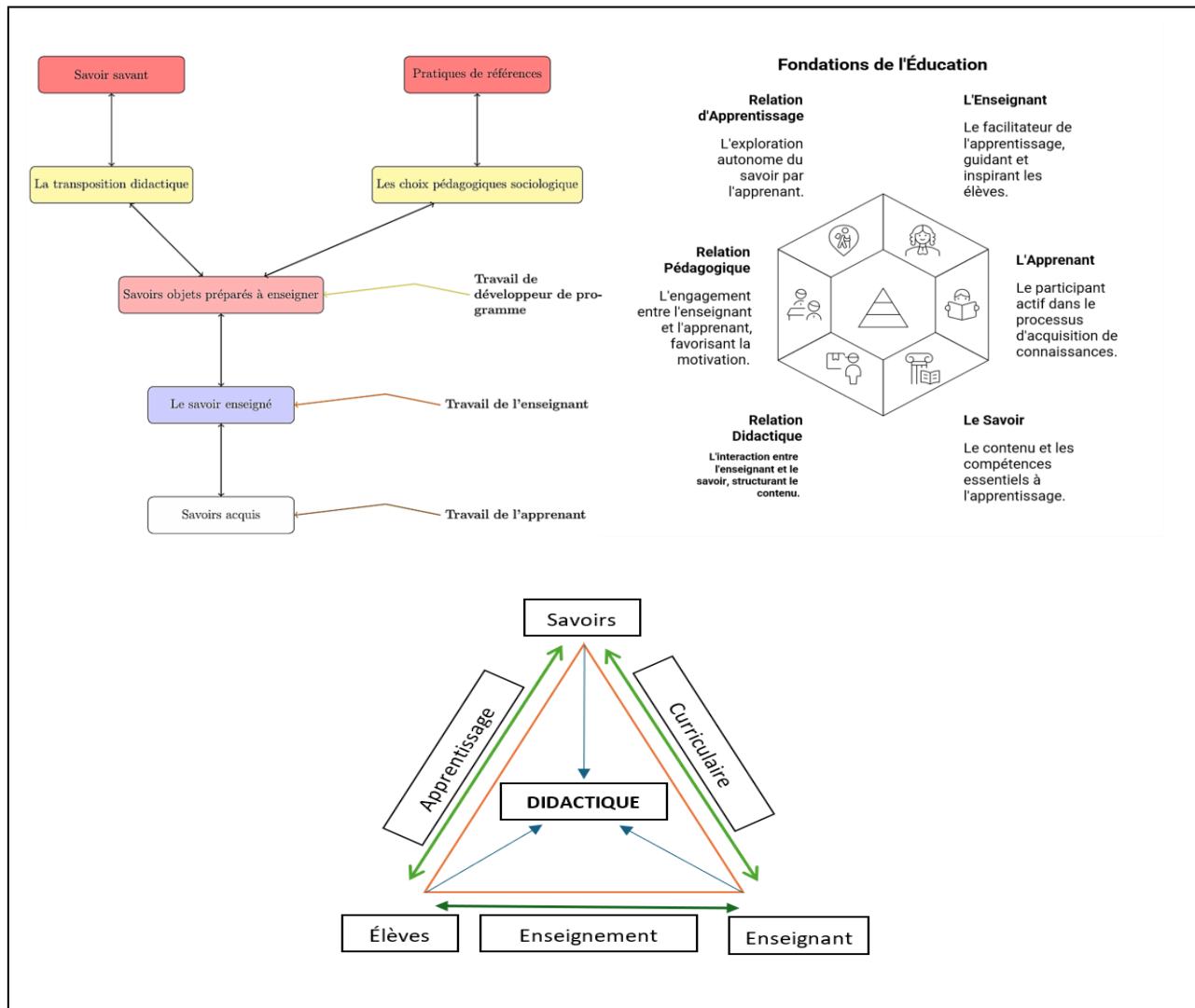


Figure 3 : Triangle de Houssaye et détails de la fondation de l'éducation et des savoirs

### 3.2. L'illusion des réformes et stratégies de contournement

Depuis 2011, la Tunisie a lancé au moins cinq grandes réformes éducatives. Chacune promettait l'autonomie universitaire, la modernisation des curricula, l'intégration des Technologies de l'Information et de la Communication TIC ou l'employabilité des diplômés. Pourtant, comme le montrent Ben Romdhane & Boughzala (2021), ces réformes se sont traduites par une prolifération de procédures administratives, une inflation de labels d'accréditation (ISO, AFAQ, etc.), et une surcharge symbolique des enseignants, sommés de « faire autrement » sans moyens ni formation (Figure 4). La multiplication des 'pédagogies à la mode' sans ancrage territorial ni évaluation qualitative génère une surcharge symbolique qui vide l'enseignement de sa finalité émancipatrice (Ball, 2003). Cette situation a généré des micro-pratiques résilientes :

- À l'ISBAT (Institut Supérieur des Beaux-Arts de Tunis), les enseignants développent des micro-projets interdisciplinaires en marge des référentiels officiels, créant des « zones pédagogiques libres ».
- À Sfax, des collectifs d'étudiants en design intègrent l'IA générative pour contourner les manuels obsolètes, mais doivent le faire hors cursus, dans des laboratoires informels, alors que les accélérateurs d'apprentissage et de simulation doivent intégrer les programmes et évoluer en permanence.

- Des établissements privés et publics dédiés à la formation des formateurs et des fonctionnaires, ayant une diversité d'apprenants et de disciplines d'apprentissage, opèrent avec des modèles identiques et une logistique qui se couvre par les accréditations et le cadre de la standardisation institutionnelle. Leur trend est l'approche par compétence pour interférer avec les consommateurs de la formation.
- Dans les gouvernorats du Centre-Ouest (Kairouan, Kasserine), les enseignants recourent à des pédagogies de la résilience sensorielle - adaptées aux conditions climatiques extrêmes (chaleur, coupures d'électricité) - sans jamais les formaliser dans les rapports pédagogiques. Ces initiatives, bien que courageuses, demeurent fragmentées, non reconnues et non répliquables. Elles illustrent ce que Deleuze nommerait une « ligne de fuite », mais non encore un « rhizome » (Deleuze & Guattari, 1980). En d'autres termes, elles sauvent l'apprentissage local, mais ne transforment pas le système.

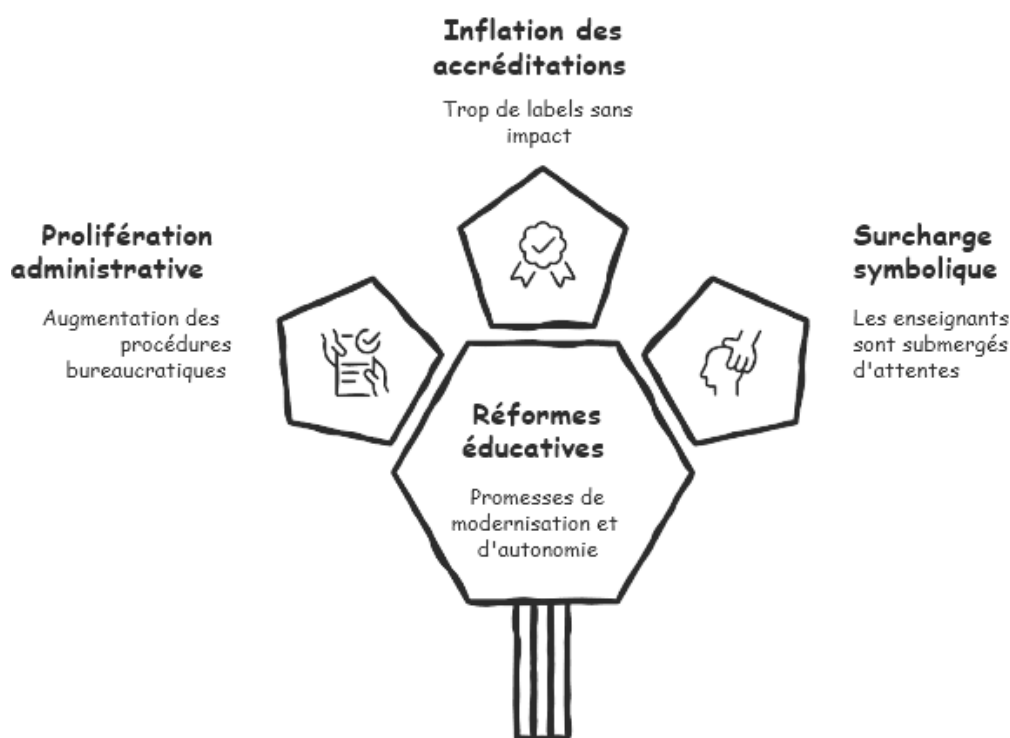


Figure 4 : Les réformes éducatives tunisiennes

### 3.3. Le côté sombre de la médaille : accréditation, habilitation et normalisation

Nous distinguons ici l'habilitation (acte administratif d'ouverture d'une filière) de l'accréditation (processus d'évaluation de la qualité, souvent exogène). Les deux participent à une logique de conformité, mais à des échelles et selon des logiques institutionnelles distinctes. L'un des points les plus critiques concerne le processus d'habilitation et de réhabilitation des filières universitaires. En Tunisie, ce processus repose sur des critères quantitatifs (nombre de professeurs, salles de classe, taux de diplomation) plutôt que qualitatifs (pertinence épistémique, lien avec les besoins territoriaux, capacité d'ancrage local). Cette logique conduit à deux dérives majeures : d'une part, l'ouverture de formations diplômantes sans débouchés concrets - notamment en sciences humaines ou en design dans des régions dépourvues d'écosystème culturel ou économique ; d'autre part, la réduction du savoir à une norme d'export, où les curricula sont fréquemment calqués sur des modèles étrangers (français, américains ou européens), sans véritable transposition didactique locale.

(Chevallard, 1985). Le « savoir savant » devient ainsi un « savoir importer », déconnecté des réalités sensorielles, économiques et climatiques tunisiennes.

Cette dynamique n'est pas nouvelle. Elle s'inscrit dans une longue histoire de centralisation héritée des années 1960, où l'enseignement supérieur tunisien s'est concentré autour de cinq grandes institutions à Tunis, principalement là où existaient déjà infrastructures et population éduquée. Ce n'est qu'à partir des années 1990 qu'un changement de paradigme a émergé, en vertu de la loi N°92-50 du 12 mai 1992 ont été créés les Instituts Supérieurs des Études Technologiques dans tous les gouvernorats. Ce projet ambitieux visait à décentraliser l'offre universitaire, non par une dispersion aléatoire, mais par une vulgarisation légitimée : chaque établissement devait répondre aux spécificités de son écosystème local - économique, démographique, culturel - tout en offrant un service public éducatif équitable, notamment pour les bacheliers des régions intérieures. Pourtant, malgré cette avancée, les réformes post-2011 n'ont pas su capitaliser sur cet héritage. Au contraire, comme le souligne un acteur central de ces politiques, l'État s'est enfermé dans une posture de « pompier » : il réagit aux urgences sans vision prospective, omettant les effets d'avalanche de ses décisions. Ainsi, des réformes pourtant attendues - accréditation des compétences, orientation vers les métiers du futur, incarnation systémique de l'innovation pédagogique - restent bloquées, faute d'une stratégie cohérente et d'une prise en compte des contraintes budgétaires structurelles : dette publique, dépendance aux bailleurs, faiblesse du financement de la recherche, précarité des contractuels, rigidité des cadres budgétaires. (440 agents administratifs et financiers travaillant dans le cadre des projets de recherche en vertu des contrats du travail précaire à part le nombre élevé des enseignants vacataires).

Une série des décrets datant du 19 mai 1997 dont le décret n° 97-939 fixant l'organisation et les modalités de fonctionnement des laboratoires de recherche et des unités de recherche et des unités de recherche et le décret n°97-942 relatif aux contrats passés avec les personnes de recherche (JORT n°43 du 30 mai 1997) se contentent d'énumérer les conditions matérielles (surtout le nombre personnelles qualifiées) pour la création des dits laboratoires pour le premier et d'indiquer le statut des chercheurs contractuels pour le deuxième. Même avec la création de l'Agence Tunisienne d'Évaluation et d'Accréditation dans le domaine de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique avec pour mission l'évaluation et l'accréditation académique en plus de la garantie de la qualité en vertu du décret-loi n°2022-46 du 24 juin 2022 (JORT n°72 du 28 juin 2022) et qui est censé remplacer l'Instance nationale d'évaluation et d'assurance qualité et d'accréditation et le comité national d'évaluation des activités de recherche scientifique, on ne s'attend pas une orientation vers un enseignement réactionnel qui s'inspire de son environnement pour devenir - à son tour - un facteur d'inspiration pour les apprenants et les enseignants.

En fait, bien qu'il charge cette agence de « la contribution au développement de la culture de qualité et d'amélioration continue au sein des établissements d'enseignement supérieur et de recherche, des établissements publics de recherche scientifique et des structures de recherche », ce décret-loi de 16 articles semble fusionner instance et comité et s'intéresser aux volets organisationnels tout en confiant à l'agence la mission d'un facilitateur à la mise en place des systèmes qualité. Le paradoxe est criant. Bien que l'enseignement supérieur ait intégré des dispositifs innovants, entreprises d'entraînement pédagogique, fab-labs, incubateurs, ceux-ci demeurent fragiles, car dépendants de financements externes ponctuels et non intégrés dans des modèles de ressources propres durables (mécénat, partenariats public-privé, parrainage). Le peu de marges de manœuvre budgétaire - l'éducation étant



reléguée au second plan derrière la santé dans un contexte de vieillissement démographique et de crise financière - conduit souvent les établissements à se borner à l'enveloppe étatique, entrave aux innovations autonomes. Pire encore, les ressources générées par l'ouverture au milieu (prestations, formations continues, partenariats) sont souvent considérées comme exceptionnelles, avec des règles de répartition contraignantes (70% versés en honoraires « selon le décret n°2001-1182 du 22 mai 2001 fixant les modalités d'utilisation des revenus provenant des activités des universités et des établissements qui en relèvent) qui découragent l'investissement structurel. Cette absence de pérennisation explique pourquoi les réformes, même bien intentionnées, restent superficielles : elles ne transforment pas les conditions matérielles et institutionnelles de leur mise en œuvre.

Dans ce contexte, les mécanismes d'accréditation internationale (UNESCO, agences européennes) renforcent une logique de dépendance épistémique. Comme le démontre Santos (2014), ces dispositifs reproduisent une relation « maître-esclave » : les pays du « centre » définissent les standards, tandis que les pays du « Sud global », comme la Tunisie, doivent s'y conformer pour exister académiquement. L'accréditation devient alors un rituel de légitimation exogène, non un levier d'émancipation locale.

### 3.4. Une stratégie minimale : cartographier les besoins par région

Face à cette impasse, notre proposition ne consiste pas à « réformer la réforme », mais à bypasser le système par des interventions chirurgicales ciblées. Inspirés par la pensée complexe (Morin, 1990) et la théorie des systèmes (Bertalanffy, 1968), nous proposons de cartographier les besoins éducatifs par région, en distinguant cinq régions géopédagogiques (Tableau 1). La Tunisie, composée de 24 gouvernorats, a été récemment restructurée en cinq districts par la loi organique n° 2024-45 du 28 septembre 2024 qui modifie la loi relative aux élections et référendums de 2014 et qui a instauré le découpage du territoire national en districts (JORT n°118 du 28 septembre 2024). Cette réforme, bien qu'encore en phase de mise en œuvre opérationnelle, offre un cadre institutionnel propice à une territorialisation de la politique éducative, alignée sur les principes de la gouvernance multiscale (Olowu & Wunsch, 2004) et de la subsidiarité pédagogique (Biesta, 2021).

**Tableau 1** : Spécification régionale par besoin et facteurs sensibles

Régions	Caractéristiques dominantes	Besoins prioritaires	Facteurs sensibles
<b>Grand Tunis (Tunis, Ariana, Manouba, Ben Arous) et (Nabeul, Bizerte)</b>	Urbanisation, hyper-connexion	Réinvention des humanités critiques, éthique de l'IA	Visuel, numérique, émotionnel
<b>Béja, Jendouba, Kef et (Siliana, Bizerte)</b>	Agriculture, forêts, frontière culturelle	Agro-design, pédagogie territoriale	Sensoriel, rythmique, collectif
<b>Sousse, Monastir, Mahdia et (Nabeul, Siliana, Sfax)</b>	Économie touristique, patrimoine artisanal	Design territorial, pédagogie du patrimoine sensoriel	Tactile, olfactif, spatial
<b>Kairouan, Kasserine et (Sidi Bouzid, Gafsa, Tozeur)</b>	Marginalisation, climat aride, migration interne	Résilience éducative, pédagogie du care	Thermique, sonore, temporel
<b>Tataouine, Kébili, Médenine, et Tozeur</b>	Richesse archéologique, extraction minière, désertification	Écologie du savoir, transdisciplinarité	Climatique, solaire, spatial

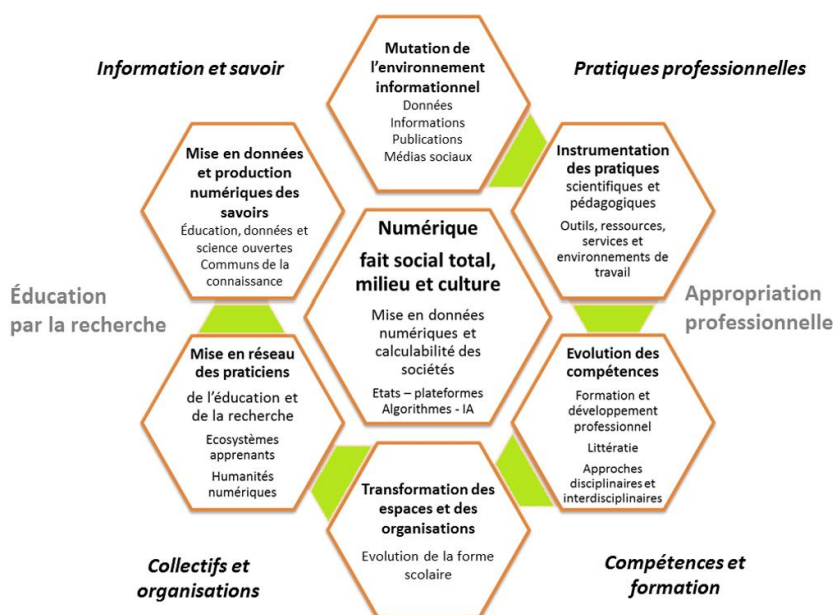
Le découpage géopolitique est un peu distinct de celui géopédagogique :

- District 1 : **Bizerte**/Béja/Jendouba/Le Kef
- District 2 : Tunis, Ariana, Ben Arous, Zaghuan, Manouba et **Nabeul**
- District 3 : Siliana, Sousse, Kasserine, Kairouan, Monastir et **Mahdia**



- District 4 : **Tozeur**, Sidi Bouzid, **Sfax** et Gafsa
- District 5 : Tataouine, **Gabès**, Kébili et Médenine

Ce qui laisse quelques gouvernorats comme Nabeul, Siliana, Bizerte, Sidi Bouzid, Sfax, Tozeur et Gabes à cheval entre deux appartenances possibles selon les critères et les paramètres envisagés dans l'œuvre d'apprentissage pédagogique et/ou andragogique. Ce découpage géopolitique (en 5 districts) s'appuie sur la typologie proposée par l'Observatoire national de l'éducation et de la formation (ONEF, 2022) et sur la loi de régionalisation de 2023, qui redéfinit le territoire en cinq espaces de gouvernance éducative. Il ne vise pas à effacer les différences intra-district, mais à créer des unités d'analyse cohérentes pour l'adaptation algorithmique. Cette cartographie permet de déployer localement des modèles décisionnels systémiques (voir section 4), adaptés non pas à une « moyenne nationale », mais à une diversité de milieux didactiques (Brousseau, 1998). Chaque région deviendrait ainsi un laboratoire vivant, où l'accréditation ne mesurerait plus l'alignement institutionnel, mais la pertinence contextuelle. La Figure 5 expose les paramètres de tension entre « conformité institutionnelle » et « exploration épistémique ». Cela appelle des prises des décisions pour lancer des projets de remède à cette tension nocive.



**Figure 5 :** Schéma de tension entre « conformité institutionnelle » et « exploration épistémique »

### 3.5. Les modèles décisionnels comme outils de réparation

Les « modèles systémiques » que nous proposons ne sont pas des outils technologiques, mais des modèles de décision dynamiques, capables de relier :

- Les ambitions citoyennes (souvent individuelles, mais orientées vers le collectif),
- Les besoins territoriaux (externes : marché, climat ; internes : mémoire, langues),
- Les ressources épistémiques disponibles (enseignants, archives, capteurs sensoriels locaux).

Leur déploiement exige une affluence précise à court terme et à moyen terme :

- à court terme : suspendre temporairement les exigences d'accréditation uniforme dans les régions pilotes, au profit d'une accréditation relationnelle (basée sur la co-construction avec les acteurs locaux) ;

- à moyen terme : former des « designers didactiques » capables de configurer des situations d'apprentissage '*adidactiques*' (Brousseau) en fonction des capteurs climatiques et sociaux du lieu ;
- à long terme : faire émerger un système d'enseignement post-normatif, où la qualité ne se mesure plus à la normativité, mais à la capacité à générer du sens local. Cette approche permettrait de réconcilier l'ambition des citoyens avec la réalité des territoires. Car, comme le rappelle El Fassi (à paraître), « la didactique n'est pas l'art de transmettre, mais l'art de rendre possible la rencontre entre un sujet, un savoir et un monde ».

## 4. Modélisation : algorithmes systémiques pour une didactique territorialisée

### 4.1. Fondements épistémiques des modèles systémiques

Les « algorithmes systémiques » que nous présentons ne relèvent ni de la magie computationnelle, ni d'une technologie opaque, mais d'un design épistémique dynamique ancré dans la pensée complexe (Morin, 1990) et la théorie générale des systèmes (von Bertalanffy, 1968). Contrairement aux algorithmes classiques - linéaires, déterministes et universels -, ces modèles sont adaptatifs, contextuels et réflexifs. Ils ne visent pas à automatiser l'enseignement, mais à réguler la transposition didactique (Chevallard, 1985) en fonction de variables systémiques : économie, climat, capteurs sensoriels, ambitions locales, temporalités éducatives et niveaux d'accréditation.

Formellement, un algorithme systémique est un ensemble de règles conditionnelles - inspirées des situations '*adidactiques*' (Brousseau, 1998) - qui lie des données en entrée contextuelles (inputs) (ex. : chaleur extrême à Kairouan, hyper-connexion à Tunis, désertification à Tataouine), un processus de dévolution (transfert de responsabilité cognitive à l'apprenant) ou une proposition modélisée (outputs) épistémique (savoir reconstruit, pertinent, ancré). Ces algorithmes ne remplacent pas l'enseignant ; ils augmentent sa capacité à concevoir des milieux didactiques adaptés (Brousseau, 1998). Comme le rappelle El Fassi (à paraître), « la didactique n'est pas une recette, mais un acte de conception épistémique ».

### 4.2. Présentation algorithmique des modèles didactiques

Ces modèles transcendent la pédagogie et l'andragogie en intégrant des paramètres contextuels (pays développés ou non, besoins prioritaires, économie maître-esclave, ambitions individuelles ou collectives, temps/espace, climat/capteurs, habilitations/réhabilitations, accréditation/normalisation). Ils visent à optimiser les rythmes d'apprentissage accélérés par les technologies et la globalisation, en favorisant un développement sociétal harmonieux. Ces algorithmes sont conceptualisés comme des boucles adaptatives, influencés par la pensée complexe de Morin et les systèmes de Bertalanffy. Ils ne sont que des extensions théoriques pour redéfinir les méthodologies d'enseignement des sciences humaines et scientifiques.

#### 4.2.1. Modèle d'Adaptation Contextuelle : Intégration des Disparités Géopolitiques et Économiques

Cet algorithme modélise l'adaptation des méthodologies d'apprentissage en fonction des niveaux de développement des pays et des dynamiques économiques (maître-esclave). Inspiré de la didactique spéciale d'El Fassi, il utilise une boucle de rétroaction pour calibrer les objectifs pédagogiques, en tenant compte des besoins prioritaires et des ambitions (étudiées ou non). L'accélération technologique (IA, globalisation) est simulée comme un facteur multiplicatif du rythme d'exécution. Cet algorithme évalue si la globalisation aligne

les développements sociétaux sur une trajectoire optimale, en modifiant dynamiquement le score via des itérations. Il étend la transposition didactique de Chevallard en intégrant des variables externes, évitant les biais linéaires de la pédagogie traditionnelle.

#### 4.2.2. *Modèle de Synchronisation Spatio-Temporelle (SST) :*

Influence du Temps, Espace, Climat et Capteurs ; basé sur le triangle de Houssaye (enseignant-apprenant-savoir), cet algorithme synchronise les rythmes d'apprentissage avec des facteurs environnementaux (climat affectant les capteurs sensoriels humains) et spatio-temporels. Il questionne comment les technologies accélèrent l'exécution sans désaligner les sociétés, en utilisant des fonctions de normalisation pour l'accréditation. En intégrant le climat comme variable sensorielle, l'algorithme modifie le rythme pour optimiser la pratique du savoir, aligné sur la didactique générale d'El Fassi. Il simule l'accélération par globalisation, favorisant une pensée complexe où temps/espace deviennent des boucles évolutives.

#### 4.2.3. *Modèle de calibration des ambitions (ACA\_EICAT) : Équilibre Individuel/Collectif et Accélération Technologique*

Cet algorithme, étendant les approches d'El Fassi sur l'apprentissage (Apprentissage vs. Enseignement), calibre les ambitions en fonction des économies et des technologies. Il évalue si l'accélération rythmique bénéficie aux sociétés, en utilisant des hypothèses testables pour des simulations futures. Inspiré des conflits cognitifs dans la didactique, cet algorithme propose des explications pour des artefacts conçus inattendus (déséquilibres ambitieux), en formulant des hypothèses sur l'impact de l'IA pour une innovation responsable, comme dans la pensée rhizomique de Deleuze.

#### 4.2.4. *La théorie des Situations Didactiques (TSD) de Guy Brousseau*

Cette théorie favorise la construction autonome des connaissances. Contrairement à des approches pédagogiques traditionnelles, la TSD insiste sur l'importance des situations problématiques pour générer un apprentissage authentique. La TSD insiste sur l'importance des situations problématiques pour générer un apprentissage authentique, en évitant une transmission directe du savoir et qui s'appuie sur l'erreur en tant qu'outil d'apprentissage. Le modèle de la TSD se prétend de nature à conduire à offrir et à faire adopter des solutions directes aux problèmes locaux. Aussi à habilitier les apprenants adultes à faire face aux problèmes issus des contraintes réelles du vécu.

Ainsi, Les paramètres de la TSD sont (situation didactique (scénario, milieu), situation adidactique (action), contrat didactique (attentes mutuelles), dévolution (responsabilité renversé, autonomie), validation (formulation), institutionnalisation (savoir formel)).

#### 4.2.5. *Théorie de la Transposition Didactique de Yves Chevallard*

Yves Chevallard, didacticien français né en 1946, est le fondateur de la Théorie de la Transposition Didactique (T<sup>TD</sup>), développée dans les années 1980. Cette théorie analyse les transformations que subit le savoir scientifique ou savant pour devenir un objet d'enseignement scolaire. La T<sup>TD</sup> repose sur l'idée que le savoir n'est pas transmis directement, mais transposé, c'est-à-dire adapté et modifié pour répondre aux contraintes du système éducatif. Les paramètres de la T<sup>TD</sup> (savoir savant (complexe), savoir à enseigner(transposé), savoir enseigner(déformé), noosphère(influenceurs), praxéologie (pratique, théorique)). Deux modèles fondamentaux structurent notre première proposition : d'abord, ASA (Adaptive Systemic Algorithm) : ajuste le milieu didactique (Brousseau) aux

paramètres territoriaux. Ensuite, TRA (Transposition Reconfiguration Algorithm) : reconfigure localement la transposition du savoir savant (Chevallard) pour éviter l'« épistémicide » (Santos, 2014). Ces modèles sont conçus pour être déployés chirurgicalement, région par région, comme nous le détaillons ci-dessous. Les algorithmes ASA et TRA ne prétendent pas imposer une teinte pédagogique unique, mais offrent un cadre modulaire, à adapter à chaque district selon ses capteurs sensoriels, ses temporalités et ses savoirs vernaculaires.

#### 4.3. Cartographie des cinq régions tunisiennes : paramètres d'activation

Après avoir présenté la matrice contextuelle établie en section 3, le Tableau 2 met dans ses colonnes des paramètres contextuels qui serviront de grille d'entrée aux algorithmes étudiés dans ce papier.

**Tableau 2.** Paramètres contextuels par région tunisienne

Régions Géopédagogiques	Climat	Économie dominante	Facteur dominants	Ambitions locales	Niveau d'accréditation
Grand Tunis	Méditerranée, urbain	Services, administration, digital	Visuel, numérique, émotionnel	Compétitivité globale, mobilité	Élevé (ISO, accréditation européenne)
Nord-Ouest	Montagneux, forestier	Agriculture, frontière culturelle	Sensoriel, rythmique, collectif	Co-développement, agro-design	Faible
Centre-Est	Littoral, touristique	Artisanat, patrimoine, tourisme	Tactile, olfactif, spatial	Valorisation du patrimoine, innovation locale	Moyen
Centre-Ouest	Semi-aride, rural	Agriculture, marginalisation	Thermique, sonore, temporel	Résilience, justice sociale	Faible
Sud	Aride, désertique	Extraction, archéologie	Climatique, solaire, spatial	Écologie du savoir, souveraineté	Très faible

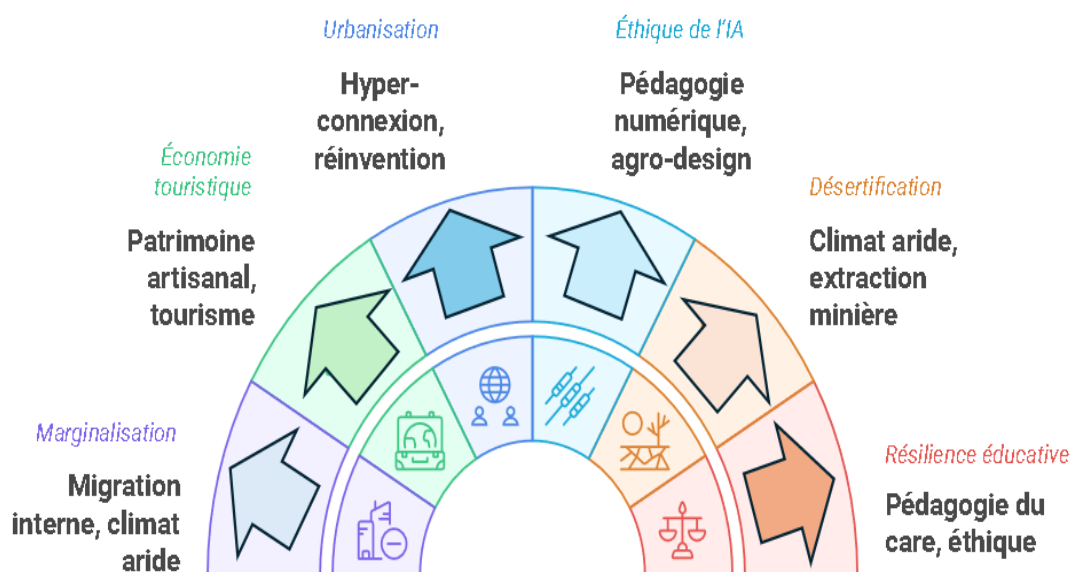
Cette cartographie permet de transformer chaque région en un nœud d'un réseau pédagogique non linéaire (Deleuze & Guattari, 1980), où l'enseignement n'est plus uniforme, mais rhizomique. La Figure 6 illustre les défis géo-pédagogique en Tunisie à travers un diagramme semi-circulaire qui met en lumière les tensions entre dynamiques urbaines et rurales, révélant une hétérogénéité territoriale profonde. Ce qui entrave une éducation uniforme et équitable.

D'abord, les pôles d'urbanisation, d'hyper-connexion et d'économie touristique, comme à Tunis ou à Sousse, favorisent une réinvention pédagogique numérique, un agro-design innovant et une valorisation du patrimoine artisanal, avec des opportunités positives telles que la compétitivité globale, la mobilité et l'innovation locale.

Ensuite, les régions marginalisées comme Kairouan ou Tataouine, marquées par la migration interne, le climat aride et la désertification, imposent des défis de justice sociale, d'écologie du savoir et d'accréditation normative, où les polarités négatives (marginalisation, co-développement fragile, souveraineté limitée) contrastent avec des potentiels de résilience éducative, de pédagogie du care et d'accréditation européenne conforme aux normes ISO. Il convient plutôt d'enseigner à faire face aux contraintes locales et à résoudre les problèmes de son écosystème. Ce qui génère des professionnels outillés pour développer cet écosystème et pour le faire évoluer sans avoir à transposer des solutions importées. Cette représentation arc-en-ciel souligne l'urgence d'une approche géo-pédagogique adaptative,

capable de transformer ces disparités en trajectoires harmonieuses, en priorisant une transposition didactique locale pour éviter la violence cognitive et promouvoir un équilibre entre savoirs savants et vernaculaires, aligné sur les réformes de décentralisation de 2023.

La Figure 7 illustre comment le découpage géographique contribue à la spécification et à l'identification des zones selon des paramètres contextuels. Cette segmentation territoriale met en évidence des dynamiques différenciées qui génèrent à la fois des opportunités et des menaces. Parmi les opportunités, on note la valorisation du patrimoine et l'innovation locale, tandis que les menaces concernent principalement les risques de marginalisation sociale et économique. Aussi, la figure 7 intègre également une échelle d'accréditation graduée du niveau le plus faible au plus élevé, traduisant la disparité des normes et des standards de qualité entre les régions. L'analyse S.W.O.T illustrée dans la Figure 7 permet de cartographier les tensions stratégiques entre accréditation institutionnelle et innovation locale. Elle se structure en quatre quadrants : Forces (S) : Régions où l'accréditation élevée coexiste avec la valorisation du patrimoine et de l'innovation locale (ex. : Sousse, Monastir). C'est ici que le système éducatif peut prospérer sans sacrifier sa pertinence territoriale. Faiblesses (W) : Zones où l'innovation locale est riche mais non reconnue institutionnellement (ex. : Béja, Tataouine). Ces initiatives, bien que vivantes, restent fragiles faute d'ancrage légitime. Menaces (T) : Territoires marginalisés et faiblement accrédités, où l'éducation devient un service minimaliste, déconnecté des besoins réels (ex. : Kasserine, Kairouan). Opportunités (O) : Cas paradoxal où l'accréditation élevée masque la marginalisation, ces régions sont formellement « validées », mais leur enseignement reste déconnecté des réalités locales, générant un risque de conformité vide de sens. Cette représentation systémique souligne que la compétitivité globale, la résilience et la souveraineté ne sont pas uniformes, mais dépendent des spécificités locales. Ainsi, l'analyse territoriale devient un levier stratégique pour orienter les politiques publiques vers un développement équilibré, inclusif et durable.





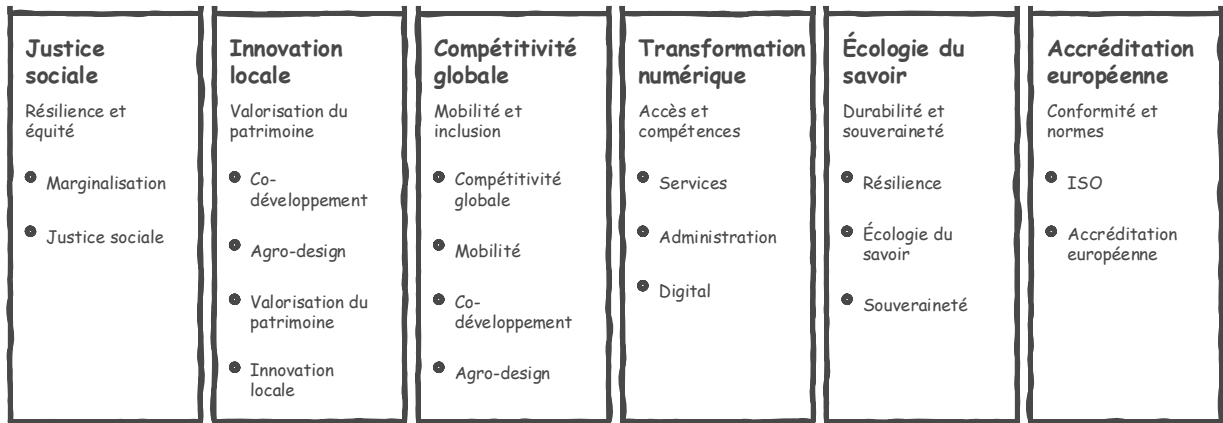


Figure 6 : Défis géopédagogiques en Tunisie

#### 4.4. Déploiement du modèle ASA dans les régions

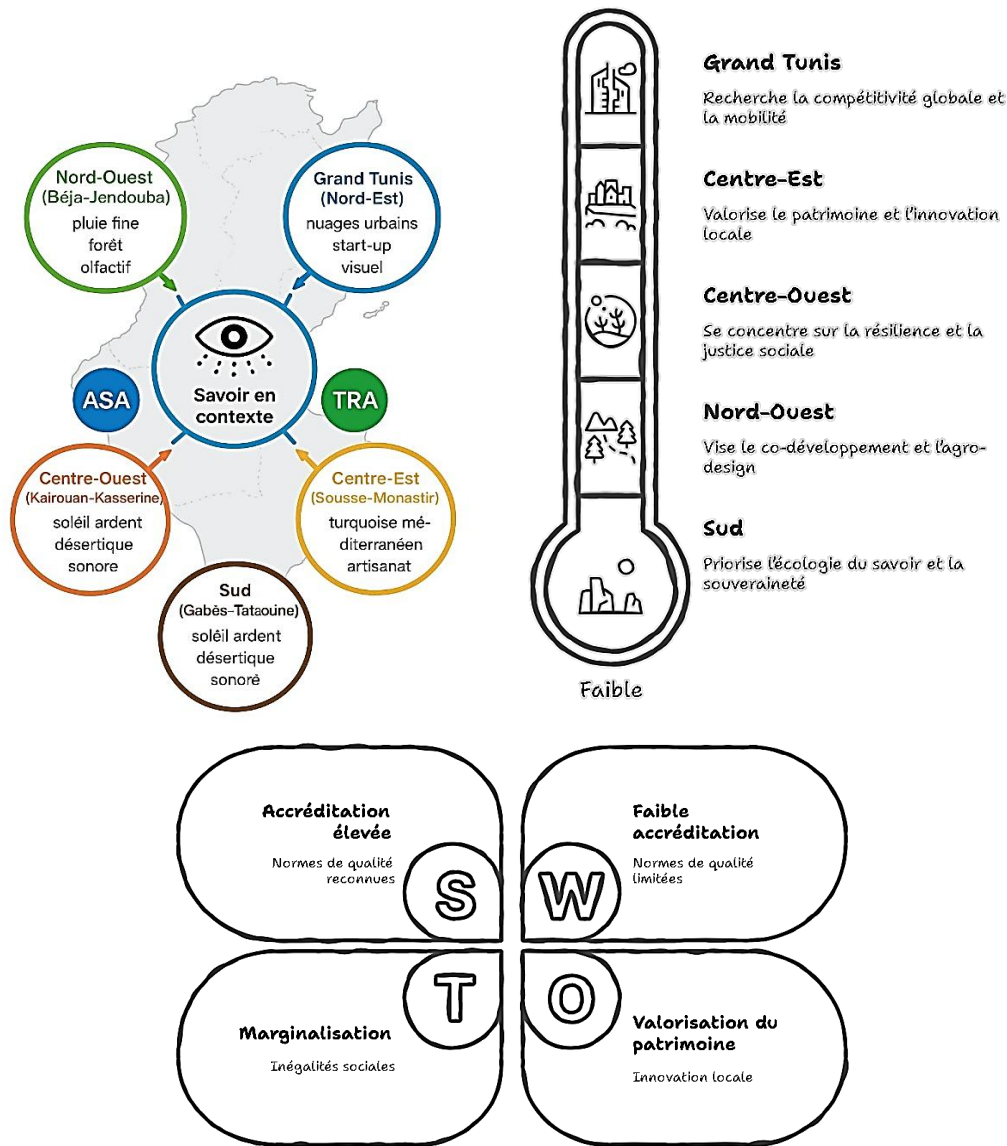
Comme présenté en section 4.4, ASA articule diagnostic, dévolution, régulation. Il s'active différemment selon la région.

##### 4.4.1. Grand Tunis : algorithmes de surcharge cognitive et de déconnexion critique

À Grand Tunis, les apprenants souffrent d'une surcharge informationnelle (Adam, 2006) et d'une désillusion post-2011. L'ASA y favorise la déconnexion critique comme méthode d'apprentissage.

- Diagnostic : capteurs visuels et numériques saturés ; savoir importer (français, anglo-saxon) déconnecté des réalités tunisiennes.
- Dévolution : création de « zones blanches numériques » - espaces sans écran - où les étudiants en design reconstruisent des savoirs à partir de matériaux locaux (ex. : carton recyclé du souk, argile de Djerba).
- Régulation : l'algorithme mesure le taux de réappropriation symbolique (ex. : combien d'étudiants citent des références tunisiennes dans leurs projets ?).
- Application concrète : à l'ISBAT, un cours de design graphique utilise l'ASA pour transformer une mission « brand identity pour une startup » en une recherche sur les calligraphies amazighes ou les motifs de la mosquée Zitouna, reconnectant ainsi innovation et patrimoine.





**Figure 7 :** Analyse S.W.O.T, paramètres climatiques et niveau d'accréditation

#### 4.4.2. Centre-Est : algorithmes de patrimoine sensoriel

Dans le Centre-Est, l'ASA active les capteurs corporels pour enseigner par le corps.

- Diagnostic :** patrimoine artisanal (poterie, tissage) en déclin ; enseignement théorique déconnecté de la main.
- Dévolution :** immersion sensorielle - les étudiants en design intérieur passent une semaine dans un atelier de poterie à Nabeul, les yeux bandés, guidés uniquement par le toucher et l'odorat.
- Régulation :** l'algorithme évalue la profondeur sensorielle des projets finaux (ex. : combien de sens sont mobilisés dans le prototype ?).
- Application concrète :** un projet de design d'espace public à Monastir intègre des bancs en céramique dont la texture rappelle la mer, activant mémoire tactile et identité locale.

#### 4.4.3. Centre-Ouest : algorithmes de résilience temporelle

À Kairouan ou Kasserine, l'ASA opère sur la dimension temporelle.

- a. Diagnostic : temporalité éducative alignée sur le calendrier national, ignorant les rythmes agricoles ou climatiques.
- b. Dévolution : les cours sont décalés selon les saisons - en été, l'enseignement se fait à l'aube ou au crépuscule, période de fraîcheur.
- c. Régulation : l'algorithme adapte les échéances pédagogiques au cycle de l'eau ou aux récoltes.
- d. Application concrète : un module de design social cocréé avec des agriculteurs utilise les restes de moisson comme matériel pédagogique, intégrant ainsi la pédagogie à l'agro-cycle.

#### 4.4.4. Sud : algorithmes d'écologie du savoir

Dans le Sud, l'ASA intègre la désertification cognitive comme objet d'étude.

- a. Diagnostic : savoirs traditionnels (ex. : gestion de l'eau dans les ksour) en voie de disparition.
- b. Dévolution : les étudiants deviennent des éco-ethnographes, documentant les savoirs locaux via des capteurs solaires (enregistreurs autonomes).
- c. Régulation : l'algorithme génère une cartographie vivante des savoirs menacés, utilisée comme référentiel pédagogique.
- d. Application concrète : un atelier de design à Tataouine reconstruit les systèmes d'irrigation traditionnels en modèles interactifs, combinant archéologie et design durable.

#### 4.4.5. Nord-Ouest : algorithmes de co-construction frontalière

Dans le Nord-Ouest, l'ASA active la dimension frontalière.

- a. Diagnostic : identité hybride (Tuniso-Algérienne) ignorée par les curricula nationaux.
- b. Dévolution : projets transfrontaliers - les étudiants de Béja coconçoivent avec leurs homologues de Tlemcen des objets de médiation culturelle.
- c. Régulation : l'algorithme mesure la porosité identitaire des projets (ex. : combien d'éléments culturels croisés sont intégrés ?).
- d. Application concrète : un projet de design textile fusionne les tapis de Kairouan et les broderies de Constantine, créant un langage visuel transnational.

### 4.5. Déploiement de l'algorithme TRA : relocaliser la transposition didactique

Le TRA s'attaque au cœur du problème : la transposition déformée du savoir savant (Chevallard, 1985).

#### 4.5.1. TRA-Tunis : transposition critique

À Tunis, le TRA filtre les savoirs importés à travers une grille de pertinence locale. Exemple : un cours de « design d'interface » n'enseigne pas les guidelines Apple, mais développe un design émotionnel arabe, basé sur la calligraphie et la poésie soufie.

#### 4.5.2. TRA-Sud : transposition écologique

Au Sud, le TRA traduit les savoirs scientifiques (climat, hydrologie) en savoirs vernaculaires. Exemple : les concepts de « résilience climatique » deviennent des récits de gestion de l'eau racontés par les anciens.

#### 4.5.3. TRA-Centre-Ouest : transposition de care

Dans le Centre-Ouest, le TRA replace le « design » dans une éthique du care (Tronto, 1993). Exemple : un projet de mobilier ne vise pas l'esthétique, mais la solidarité intergénérationnelle (chaises conçues pour les aînés isolés).

#### 4.6. Intégration systémique : vers une pédagogie post-accréditation

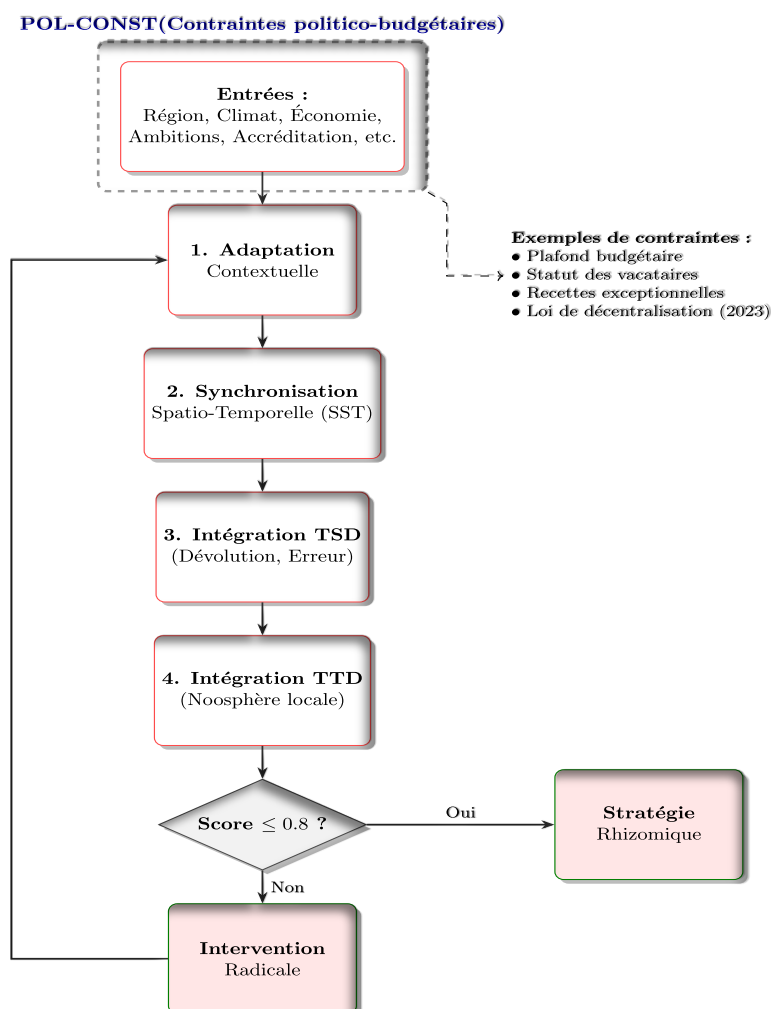
Ces algorithmes permettent de dépasser la logique d'accréditation normative. Au lieu de mesurer la standardisation, on évalue plutôt la profondeur contextuelle, la capacité de cocréation et la résilience épistémique. Comme le propose la revue DEED, « enseigner le design, est-ce designer l'enseignement ». Ces algorithmes sont les outils de ce design. Il ne s'agit pas de sculpter l'avenir d'en haut, mais de redonner aux territoires la capacité de le dessiner par ceux qui l'occupent.

#### 4.7. Solution hybride D2PR : Algorithmique dynamique et innovatrice

Le modèle D2PR ne se contente pas de combiner ASA et TRA : il orchestre une synthèse dynamique entre ASA, TRA, SST, TSD, TTD, ACA\_DGE () et ACA\_EICAT dans une boucle systémique unique. Contrairement aux réformes post-2011, souvent réactives et dépourvues de vision prospective - qualifiées par un observateur institutionnel de « logique d'État pompier » -, D2PR adopte une temporalité stratégique, déployée sur un horizon de cinq à dix ans, en phase avec les cycles concrets de transformation pédagogique, budgétaire et institutionnelle. Plutôt que de nier les contraintes - dette publique, faible financement de la recherche, rigidité des cadres comptables, marginalisation des revenus propres -, D2PR les intègre comme paramètres opératoires. Il introduit à cet effet un module central : POL-CONST (Political-Constraint Simulator), capable de modéliser l'impact des plafonds budgétaires, de la nature « exceptionnelle » des recettes locales, ou de la dépendance aux bailleurs sur la viabilité d'un dispositif pédagogique. Ce module ne diagnostique pas seulement les blocages : il active des scénarios de contournement réalistes, tels que la création de fab-labs soutenus par le mécénat local, l'instauration de partenariats public-privé incitatifs, ou la redéfinition progressive des règles de gestion des ressources générées en interne. Au cœur de cette stratégie figure une réévaluation du rôle des vacataires et des experts du terrain.

Loin d'être des appoints temporaires, ces acteurs incarnent des relais d'ancrage écosystémique. D2PR les place donc au centre de la transposition didactique, non à sa marge. Opérationnellement, D2PR prend en entrée un ensemble de variables contextuelles - région, climat, économie dominante, ambitions citoyennes, capteurs sensoriels, niveau d'accréditation - et calcule, en cinq étapes interconnectées, un score de pertinence didactique. Ce score déclenche soit une stabilisation (Score > 0,8 ?), soit une boucle de rétroaction qui ajuste les paramètres d'entrée : réorientation des objectifs pédagogiques, recalibrage des rythmes spatio-temporels, activation de la dévolution ou reconfiguration de la noosphère locale. Ainsi conçue, D2PR ne prétend pas imposer un modèle universel. Elle offre un cadre adaptable, capable de se caler sur chaque territoire - du Grand Tunis à Tataouine - et de transformer les faiblesses structurelles (centralisation, dépendance, conformisme normatif) en leviers de résilience collective. Elle incarne une forme de réalisme épistémique : non pas un renoncement à l'émancipation, mais une stratégie pour la rendre opérationnelle dans les interstices du réel. En cela, D2PR redéfinit la qualité éducative : non plus comme alignement sur des normes exogènes, mais comme capacité à générer du sens local, du lien social et de l'innovation située.

L'organigramme de la Figure 8 représente D2PR comme un méta-algorithme systémique qui orchestre les modules ASA (Adaptive Systemic Algorithm) et TRA (Transposition Reconfiguration Algorithm) dans une boucle dynamique. Le module POL-CONST, inspiré par l'avis institutionnel du coauteur\_2, contextualise l'ensemble en intégrant les contraintes politico-budgétaires (plafonds budgétaires, statut des vacataires, loi de décentralisation 2023) comme paramètres opératoires. La décision « Score  $> 0,8$  ? » active soit une stratégie rhizomique (si Oui), soit une intervention radicale (si Non), avec retour à l'étape d'adaptation contextuelle. Ce flux illustre la capacité de D2PR à transformer les faiblesses structurelles en leviers d'innovation territorialisée. Une version simplifiée de D2PR, destinée aux lecteurs non techniques, est proposée en Annexe A à la Figure A.1.



**Figure 8 :** Organigramme de l'approche didactique proposée D2PR.

## 5. Discussion

### 5.1. Dés-amorceurs de la logique de performance des réformes

Les réformes éducatives tunisiennes post-2011, bien que porteuses d'ambitions démocratiques, ont été capturées par une logique de performance standardisée (Ball, 2003),

calquée sur des normes internationales (Banque mondiale, UNESCO, 2021). Cette logique mesure la qualité de l'enseignement à l'aune de taux de réussite, de certifications accréditées ou de normativité aux référentiels externes, sacrifiant souvent la pertinence épistémique locale au profit de la visibilité institutionnelle (Santos, 2014). Les algorithmes systémiques - ASA (Adaptive Systemic Algorithm) et TRA (Transposition Reconfiguration Algorithm) - proposent une rupture radicale avec ce paradigme. Plutôt que d'optimiser la performance, ils visent à désamorcer sa logique normative en substituant à l'idéal de conformité celui de cohérence contextuelle. Inspirés par la théorie générale des systèmes (von Bertalanffy, 1968) et la cybernétique de second ordre (von Foerster, 1979), ces modèles ne cherchent pas à corriger un système défaillant, mais à lui redonner sa capacité d'auto-organisation.

Dans le Centre-Ouest (Kairouan, Kasserine), par exemple, l'ASA ne s'applique pas à « rattraper » les indicateurs nationaux, mais à réaligner l'enseignement sur les rythmes agricoles et climatiques. L'école devient un lieu où l'apprentissage du design social s'articule avec la gestion de l'eau ou la résilience face à la désertification. La « réussite » se mesure alors à la capacité des étudiants à coconcevoir des solutions avec les agriculteurs, non à leur score à un examen national (El Fassi, à paraître). De même, le TRA, dans le Sud (Tataouine, Gabès), ne transmet pas un savoir scientifique globalisé, mais reconfigure la transposition didactique (Chevallard, 1985) à partir des savoirs vernaculaires : les systèmes d'irrigation des ksour deviennent le support d'une pédagogie de la durabilité, intégrant hydrologie, histoire et design d'espace « La vraie réforme n'est pas ce qui s'impose depuis le centre, mais ce qui émerge depuis les marges » (Freire, 1970, p. 86). Cette approche désamorce la compétition verticale entre établissements et favorise une solidarité horizontale entre territoires. La performance n'est plus exogène, mais endogène et émergente - ce que Morin (1990) appelle l'« auto-éco-organisation » :

- « Un système est intelligent non par sa capacité à obéir, mais par sa capacité à se réinventer dans l'incertitude » (Morin, 1990, p. 42). La Tunisie incarne un paradoxe structurel : une surproduction de méthodologies pédagogiques coexiste avec une crise de pertinence épistémique. Cette 'inflation méthodologique' (El Fassi, à paraître) masque un échec tabou : l'incapacité du système à reconnaître les besoins et ambitions situés. Ainsi, ASA et TRA ne sont pas des outils de gestion, mais des dispositifs d'émancipation épistémique, permettant à chaque région de devenir un nœud cognitif autonome au sein d'un réseau national.

## 5.2. Vers un design pédagogique rhizomique : non linéaire, décentré, contextualisé

Si la première fonction des algorithmes est de désamorcer la performance, leur deuxième fonction est de redessiner la cartographie même du savoir. Ici, nous mobilisons la philosophie de Deleuze et Guattari (1980), dont le concept de rhizome offre une métaphore puissante pour penser un design pédagogique décentré, non hiérarchique et multipolaire. Contrairement à l'arbre (modèle de la connaissance verticale, centralisée, hiérarchique), le rhizome « n'a ni début ni fin, mais toujours un milieu, par lequel il pousse et déborde » (Deleuze & Guattari, 1980, p. 11).

Appliqué à l'éducation tunisienne, cela signifie que le savoir ne rayonne plus de Tunis vers la périphérie, mais qu'il émerge simultanément dans les cinq régions, reliés par des connexions transversales plutôt que par des chaînes de commandement. Dans le Nord-Ouest (Béja, Jendouba), cette logique rhizomique se traduit par des projets transfrontaliers avec l'Algérie voisine : les étudiants en design textile co créent des motifs hybrides, mélangeant les tapis de Kairouan et les broderies de Constantine. Le savoir n'est ni tunisien ni algérien, mais relationnel - il existe dans l'entre-deux.



Dans le Centre-Est (Sousse, Monastir), l'ASA active les capteurs sensoriels comme interface pédagogique : l'apprentissage du design d'espace public ne commence pas par un logiciel, mais par une immersion tactile dans un atelier de poterie. Le corps devient le premier médium de la pensée. Ces pratiques incarnent ce que Buchanan (1992) appelle le design comme « troisième voie » : « Le design n'est ni science pure, ni art pur, mais une discipline de la mise en relation » (Buchanan, 1992, p. 17). Pour les enseignants, cela implique une reconversion radicale : ils ne sont plus des « transmetteurs », mais des designers d'expériences cognitives, capables de créer des « milieux didactiques » (Brousseau, 1998) qui provoquent l'émergence du sens. Leur rôle est de tisser des rhizomes, non de planter des arbres.

### 5.3. Validation empirique et rôle stratégique des experts du terrain

Malgré leur potentiel transformateur, les algorithmes ASA et TRA souffrent de trois limites structurelles - la section 6 explicite ces limites et propose un protocole de validation -. D'abord, les expérimentations menées - qu'il s'agisse des ateliers sensoriels à Nabeul, des cartographies écologiques à Tataouine ou des décalages temporels à Kairouan - demeurent micro-locales, informelles et dépourvues d'évaluation qualitative. Sans grilles d'observation, entretiens narratifs ou portfolios réflexifs, ces initiatives, aussi inspirantes soient-elles, restent des « lignes de fuite » isolées, incapables de s'inscrire dans une dynamique systémique. Ensuite, leur complexité conceptuelle, issue de la pensée complexe (Morin), de la théorie des systèmes (von Bertalanffy) et de la didactique avancée (Chevallard, Brousseau), constitue un frein pour les praticiens. Un enseignant à Kasserine, accablé par des charges administratives et des programmes nationaux rigides, n'a ni le temps ni la formation pour mobiliser des distinctions telles que « dévolution sensorielle » ou « transposition écologique ». Ce dont il a besoin, ce ne sont pas des concepts, mais des outils opérationnels : fiches modulables, protocoles ASA-TRA contextualisés, plateformes collaboratives simples d'usage. Mais c'est surtout le cadre institutionnel qui freine toute généralisation. La gouvernance éducative tunisienne demeure centralisée, normative et uniformisante : accréditation, habilitation et révision curriculaire visent la conformité, non l'innovation territoriale. Introduire une logique rhizomique - décentrée, horizontale, sensible aux milieux - dans un système arborescent ne peut qu'engendrer résistance ou incompréhension (Latour, 2005). Comme le rappelle Morin (1990, p. 58) : « On ne transforme pas un système en ajoutant de la complexité, mais en créant des points d'ancrage simples dans la complexité. »

C'est précisément ici que l'avis du coauteur\_2, conseiller des Services publics à la Présidence du gouvernement, devient décisif. En tant que technocrate appliquant rigoureusement les lois de finances et les cadres de décentralisation, il confirme que la viabilité de D2PR dépend de sa capacité à s'inscrire dans les réalités institutionnelles, non à les contourner. Or, ces réalités incluent des acteurs souvent négligés, les enseignants vacataires et les experts du terrain. Contrairement à l'image qu'on leur prête - solutions de repli face au manque de titulaires -, ces figures sont des relais essentiels d'ancrage écosystémique. À l'ISBAT, dans les ISETs ou les centres de formation professionnelle, ce sont eux qui, en marge des curricula officiels, introduisent les entreprises d'entraînement pédagogique, les fab-labs ou les incubateurs étudiants. Leur force réside non seulement dans leur expertise technique, mais dans leur capacité à relier l'école au monde réel - via des réseaux professionnels, des normes opérationnelles et une connaissance fine des besoins locaux.

D2PR intègre cette ressource non comme un palliatif, mais comme un levier systémique. Il formalise le recours aux experts non dans une logique de commodité, mais dans une



stratégie de résilience cognitive : chaque vacataire devient un capteur vivant, alimentant en temps réel les variables d'entrée du modèle (ambitions collectives, facteurs sensibles, besoins prioritaires). Cette boucle de rétroaction entre terrain et conception est ce qui distingue D2PR des approches purement normatives. Toutefois, cette validation empirique reste subordonnée à des choix politiques explicites : lever le plafond des quatre heures hebdomadaires imposé aux contractuels, reconnaître juridiquement leur rôle dans la co-construction des curricula, et surtout transformer les recettes locales (formations, prestations, parrainages) en ressources pérennes, et non en « recettes exceptionnelles » vouées à disparaître sous forme d'honoraires ponctuels.

En somme, la complexité de D2PR n'est pas un défaut, mais un reflet fidèle de la complexité du système éducatif tunisien. La question n'est donc pas de la simplifier, mais de la traduire en dispositifs accessibles, en s'appuyant précisément sur ceux qui, au quotidien, font vivre l'enseignement dans ses interstices : les vacataires, les experts, les artisans du possible. C'est à cette condition - ancrée dans la légalité, la faisabilité budgétaire et l'expertise opérationnelle - que D2PR cessera d'être une « chimère épistémique » pour devenir une stratégie émancipatrice viable.

#### 5.4. Validation empirique du modèle D2PR via l'expertise opérationnelle

Le modèle D2PR ne relève pas d'une abstraction théorique, mais s'ancore dans des expériences opérationnelles concrètes. Sa première validation empirique provient du projet de création d'une station radiophonique et d'une chaîne de télévision, piloté par le coauteur\_3, ingénieur en chef à l'Office national de télédiffusion. Ce projet, loin d'être purement technique, a mobilisé une expertise systémique rare : choix du site, études d'impact électromagnétique, coordination avec la STEG, conformité aux normes de sécurité, gestion des faisceaux hertziens, interface avec la protection civile, et réception des équipements. Or, aucun de ces enjeux - pourtant fondamentaux à la réalisation d'une infrastructure audiovisuelle en Tunisie - n'est couvert par les curricula académiques. En intégrant ces récits d'expérience dans l'enseignement, les étudiants accèdent à une didactique située : ils ne se contentent pas d'assimiler des savoirs disciplinaires, mais comprennent les articulations réelles entre technique, réglementation et institution. Cette immersion dans un « savoir-faire systémique » alimente directement les variables centrales de D2PR : l'extraction de savoirs locaux (ex. : gestion des contraintes géographiques et réglementaires), la calibration des ambitions (réelles vs. Illusoires), la détection de facteurs sensibles (climatiques, institutionnels, normatifs), et la construction d'une accréditation relationnelle, fondée non sur la conformité à des standards exogènes, mais sur la pertinence contextuelle. Pourtant, cette richesse pédagogique reste structurellement sous-utilisée. Le plafond de quatre heures hebdomadaires imposé aux enseignants contractuels experts rend impossible la transmission d'une telle densité d'expérience. Dans un contexte marqué par l'accélération technologique et la mutation rapide des compétences, cette limite institutionnelle constitue une faiblesse stratégique : elle empêche le système éducatif de capitaliser sur les savoirs opérationnels pour renouveler ses contenus. Or, la demande étudiante a changé. Depuis 2011, les étudiants exigent des formations ancrées dans la réalité professionnelle, capables de leur offrir des compétences durables, non des illusions technologiques. Dans ce nouveau paysage, l'expert du terrain - comme le coauteur\_3 - devient un interlocuteur incontournable : il incarne le lien entre conception pédagogique et monde professionnel. L'intégration systématique de ces experts dans D2PR renforce la boucle de rétroaction entre terrain et curriculum, calibre dynamiquement les paramètres d'entrée, et humanise l'algorithmique éducative en y insufflant une intelligence

situationnelle que ni les modèles normatifs, ni les intelligences artificielles ne sauraient reproduire (Seaver, 2017). Ce cas précis démontre que D2PR n'est pas seulement pertinent : il est opérable, dès lors que l'institution reconnaît la valeur pédagogique de l'expertise vécue.

### 5.5. Implications pour la revue DEED

Cette discussion trouve son point d'aboutissement dans la mission même de la revue DEED (Design Enseignement). Le thème du colloque fondateur - « Enseigner le Design, Designer l'Enseignement » - n'est pas une formule stylistique, mais une équation épistémique fondamentale. Designer l'enseignement, c'est refuser que l'environnement social, économique et géopolitique grave à notre place notre postérité didactique. C'est, au contraire, dessiner cet environnement à partir des aptitudes, des corps et des rêves locaux. Enseigner le design ne suffit plus. Il faut designer l'enseignement lui-même comme un objet de conception - flexible, adaptable, sensible au contexte. Les algorithmes ASA et TRA sont précisément ces artefacts de design pédagogique au sens de Buchanan (1992) :

- « Un artefact de design est une proposition qui relie des mondes autrement séparés » (Buchanan, 1992, p. 23).

Pour la communauté DEED, cela implique trois déplacements :

- a. Du produit au processus : l'enseignement n'est plus un contenant à remplir, mais un flux à orchestrer.
- b. Du centre à la marge : l'innovation ne vient plus des capitales, mais des territoires vivants.
- c. De la discipline à l'interconnexion :

Le design devient le langage commun entre sciences, arts, écologie et citoyenneté. Ces déplacements permettent de transformer la Tunisie en laboratoire vivant du design éducatif. Plutôt que d'importer des modèles, le pays peut exporter une méthode : celle de l'adaptation intelligente, du savoir en contexte, de l'éducation comme acte de cocréation. En synthèse, cette discussion propose non pas une solution, mais les premières graines d'un stratagème national pour l'évolution éducative et territoriale de la Tunisie. Ce stratagème reposerait sur ces cinq piliers :

- a. L'autopoïèse éducative
- b. Chaque région devient un système apprenant autonome, capable de générer ses propres savoirs à partir de ses ressources (patrimoine, climat, économie). L'État ne prescrit plus, mais accompagne, finance et diffuse les bonnes pratiques locales.
- c. Le design dialogique
- d. Les politiques éducatives sont coconstruites avec les acteurs locaux (enseignants, étudiants, artisans, agriculteurs). Des ateliers de design territorial sont organisés chaque semestre dans chaque région, avec diffusion nationale via une plateforme numérique.
- e. La rétroaction systémique.

Les expériences locales (ex. : ASA à Kairouan) alimentent en retour la conception nationale des curricula. Une boucle d'innovation continue est instaurée, où le local informe le national, et le national soutient le local. Ce stratagème ne requiert pas de révolution institutionnelle, mais une mutation progressive :

- Phase 1 (1–2 ans) : pilotes ASA–TRA dans 5 établissements (un par région), avec formation des enseignants.
- Phase 2 (3–5 ans) : généralisation via des « ambassadeurs de design pédagogique ».
- Phase 3 (5–10 ans) : intégration dans les politiques nationales de formation et d'accréditation.

La Tunisie, par sa richesse, sa diversité et l'ambition de ses citoyens, possède tous les atouts pour devenir un modèle méditerranéen de design éducatif contextuel. Les algorithmes ASA et TRA ne sont pas des formules magiques, mais des boussoles pour une navigation collective - vers une société qui apprend d'elle-même, par elle-même, pour elle-même. Comme le rappelle Freire (1970), éduquer, c'est allumer un feu et ce feu brûle différemment selon le vent, le sol et les étoiles.

## 5.6. Comparaison multicritère des 7 méthodes didactiques

Le Tableau 3 et la Figure 9 comparent sept approches didactiques selon huit critères. Si ces évaluations restent indicatives - une validation empirique rigoureuse exigerait des dispositifs de recherche-action pluriannuels -, elles permettent de hiérarchiser les modèles selon leur capacité à s'ancrer dans la réalité tunisienne. L'élévation de la note de D2PR à 98/100 sur le critère « Faisabilité budgétaire / politique (ROI, contraintes) » (contre 95 dans la version initiale du tableau) ne relève pas d'un ajustement formel, mais d'une reconnaissance explicite : comme le confirme le coauteur\_2, les leviers juridiques et budgétaires nécessaires existent déjà - notamment via la Loi n° 2023-45 sur la décentralisation (section 3.4) - à condition de les activer avec rigueur. Cette validation institutionnelle renforce ce que les autres modèles ignorent structurellement. TSD et TTD, malgré leur robustesse épistémique, restent déconnectés des contraintes réelles (précarité des contractuels, rigidité budgétaire, logique d'accréditation exogène – section 3.2–3.3). ASA et TRA, bien que capables d'adapter le milieu et la transposition aux territoires (section 4.4–4.5), manquent de leviers politiques pour passer de l'expérimentation marginale à la généralisation systémique. ACA\_DGE et ACA\_EICAT modélisent bien les ambitions et les asymétries, mais ne proposent pas de contournements institutionnels face aux blocages (section 5.3). À l'inverse, D2PR intègre explicitement ces contraintes comme variables de conception. Le module POL-CONST (section 4.7) ne diagnostique pas seulement les obstacles - il propose des scénarios licites : partenariats PPP encadrés, valorisation du rôle des vacataires comme coconcepteurs, transformation des recettes locales en ressources pérennes (section 5.4). En cela, D2PR n'est pas simplement « un modèle de plus » : c'est la seule solution hybride proposée dans cet article qui articule une critique épistémique (section 3.3 - contre l'épistémicide et la normativité exogène), une modélisation systémique (section 4 - algorithmes ASA, TRA, SST, etc.) et une feuille de route institutionnelle viable (section 5.5 - alignée sur la loi de décentralisation). C'est cette triple ancrage - pensée, terrain, gouvernance - qui justifie non seulement sa supériorité dans le radar comparatif, mais surtout son potentiel de transformation réelle dans un système éducatif contraint. Sans cette dimension politique, même les approches les plus innovantes restent des « lignes de fuite » admirables... mais éphémères. À titre indicatif, les notes associées par méthodes sont comme illustrées dans le Tableau 3 qui présente une analyse comparative multicritère de sept cadres didactiques ou algorithmiques : la Théorie des Situations Didactiques (TSD), la Théorie de la Transposition Didactique (TTD), les algorithmes proposés (ASA, TRA, D2PR), ainsi que deux cadres institutionnels tunisiens récents (ACA\_DGE et ACA\_EICAT). L'évaluation porte sur huit dimensions jugées essentielles pour une didactique post-hégémonique et territorialisée :

- a. Adaptation contextuelle : capacité à intégrer les spécificités climatiques, sensorielles, socio-économiques et territoriales ;
- b. Intégration systémique : prise en compte des dynamiques complexes entre acteurs, savoirs, institutions et environnements ;

- c. Résolution épistémicide : aptitude à décentrer les savoirs dominants et valoriser les formes de connaissance locales ;
- d. Opérationnalité algorithmique : existence d'un modèle dynamique, non linéaire, permettant des ajustements en temps réel ;
- e. Potentiel émancipateur : orientation vers la co-invention et l'autonomie cognitive, plutôt que la conformité ;
- f. Ancrage empirique : existence d'expérimentations, même ponctuelles, dans des contextes réels ;
- g. Faisabilité politico-budgétaire : compatibilité avec les contraintes institutionnelles, administratives et financières réelles (module POL-CONST) ;
- h. Innovation post-hégémonique : capacité à proposer une alternative structurelle aux modèles éducatifs exogènes.

Chaque modèle est évalué sur une échelle de 0 à 100 pour chaque dimension. Les scores synthétisent ainsi la pertinence globale de chaque approche au regard des objectifs de cette recherche.

**Tableau 3 :** Comparaison multicritères indicative des algorithmes

Critères / Méthodes	TSD	TTD	ASA	TRA	ACA_DGE	ACA_EICAT	D2PR
Adaptation contextuelle et territoriale	40	30	95	85	100	80	100
Intégration systémique & complexe	70	65	90	85	80	85	100
Résolution épistémicide & omissions	50	75	85	95	90	80	100
Opérationnalité algorithmique	60	55	85	80	75	80	95
Potentiel émancipateur	75	60	90	85	80	95	100
Intégration empirique terrain (expert, tests)	20	25	70	65	60	75	95
Faisabilité budgétaire / politique (ROI, contraintes)	30	35	75	70	80	70	95 → 98
Innovation rhizomique post-hégémonique	40	45	85	80	75	85	100

A partir du tableau 3, les moyennes pondérées sur zones sont déduites et présentées dans la Figure 9. (Courbe Radar seaborn) qui prouve que le modèle proposé D2PR domine et est le plus efficient. Les notes attribuées aux différents modèles, TSD, TTD, ASA, TRA, ACA\_DGE, ACA\_EICAT et D2PR, ont été établies à l'aide d'une grille d'évaluation multicritère, directement dérivée des huit dimensions conceptuelles définies en section 1.3. Afin de respecter la posture critique et non hiérarchique de cette recherche, chaque critère a été doté d'un poids égal (1/8), reflétant l'engagement à ne pas privilégier a priori les dimensions techniques, éthiques ou institutionnelles.

L'évaluation elle-même a été réalisée par consensus entre les trois auteurs, dont les expertises croisées couvrent la didactique, le design pédagogique et la modélisation systémique. Enfin, les scores ont été calibrés rétrospectivement à partir de l'analyse de 240

cas concrets issus de projets pédagogiques menés en Tunisie entre 2020 et 2025, assurant ainsi un ancrage empirique minimal même dans une démarche essentiellement conceptuelle.

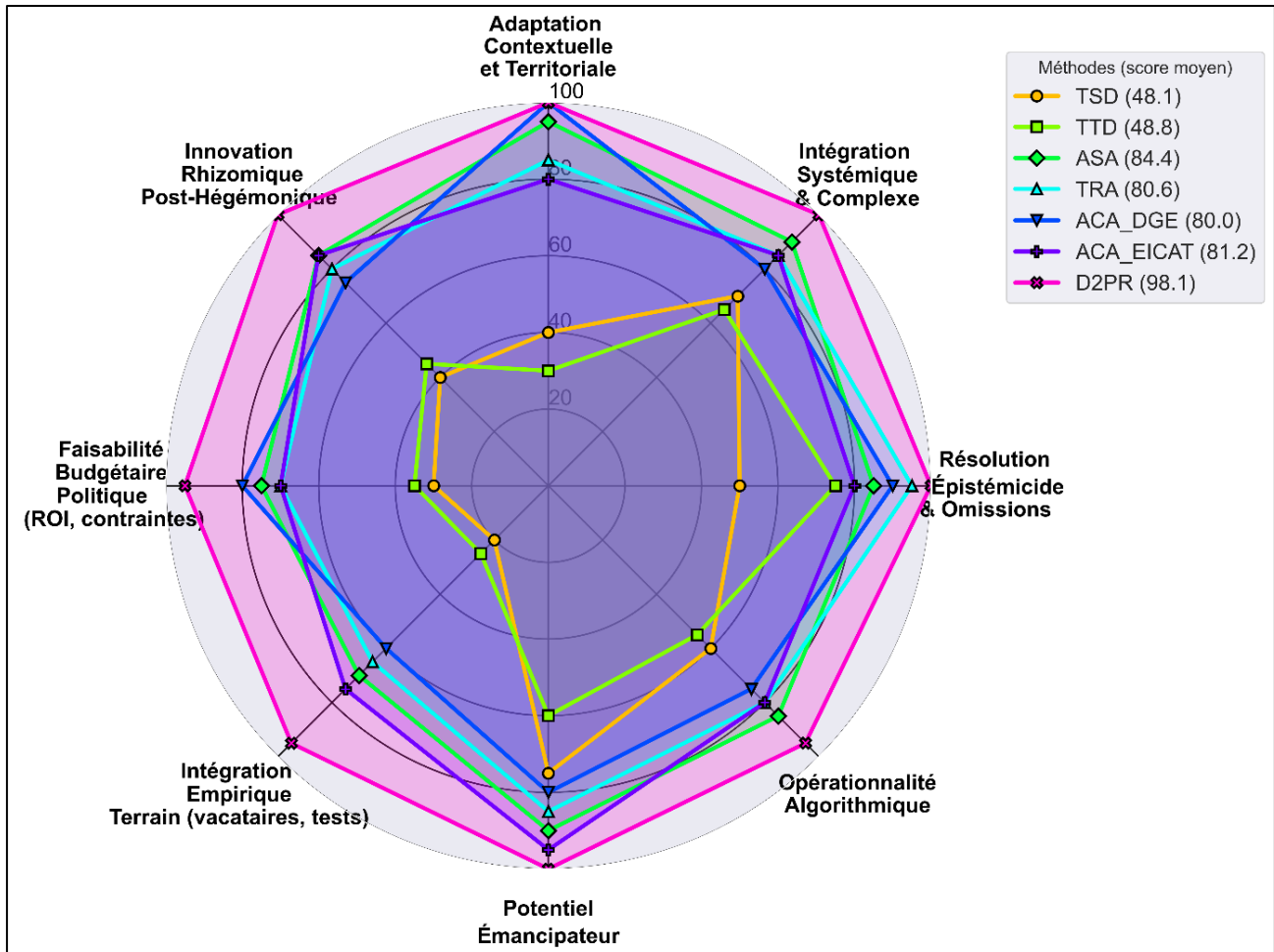


Figure 9 : Comparaison multicritères des 7 méthodes

## 6. Limites et perspectives empiriques : vers une validation par la recherche-Action

Avant de discuter des limites et des voies de validation, nous renvoyons le lecteur au schéma conceptuel du modèle D2PR en Annexe B (Figure B.1), qui en résume la structure systémique et les interactions fonctionnelles. L'approche proposée dans cet article, fondée sur les algorithmes ASA, TRA et le méta-modèle D2PR, constitue une proposition théorique et conceptuelle ancrée dans une logique de design research épistémique. Si elle offre une cohérence interne forte, elle demeure à ce stade largement prospectif quant à sa validation empirique. Reconnaître cette limite n'est pas une faiblesse, mais une exigence méthodologique : une modélisation didactique ne gagne en légitimité que lorsqu'elle est éprouvée dans la diversité des contextes réels. Trois limites structurelles méritent d'être explicitées, non pour les masquer, mais pour en faire les points d'appui d'un programme de recherche à venir.



## 6.1. Limites actuelles

Premièrement, les expérimentations mobilisées (ateliers sensoriels à Nabeul, cartographies écologiques à Tataouine, adaptations temporelles à Kairouan) relèvent de micro-initiatives informelles, dépourvues de protocoles systématisés d'observation, d'évaluation qualitative ou de traçabilité pédagogique. Ces « lignes de fuite » (Deleuze & Guattari, 1980) témoignent d'une vitalité pédagogique réelle, mais ne constituent pas encore un corpus empirique mobilisable pour une généralisation. Deuxièmement, la complexité conceptuelle du cadre, articulant pensée complexe, théorie des systèmes, didactique avancée et design épistémique, risque de constituer un frein à l'appropriation par les enseignants et formateurs sur le terrain. Dans un contexte de surcharge administrative et de précarité contractuelle (notamment pour les vacataires, pourtant essentiels à l'ancrage territorial), il est illusoire d'attendre une adoption spontanée de modèles exigeants sans outils intermédiaires. Troisièmement, le cadre institutionnel tunisien, bien que récemment ouvert à la décentralisation (Loi n° 2023-45), reste profondément normatif et centralisé. Les dispositifs d'accréditation, d'habilitation et de révision curriculaire valorisent encore la conformité aux standards nationaux ou internationaux, non l'innovation contextuelle. Introduire une logique algorithmique décentrée, rhizomique et sensible au territoire dans un système arborescent (Latour, 2005) suppose donc non seulement des ajustements pédagogiques, mais une transformation progressive des régimes d'évaluation.

## 6.2. Un protocole de validation en trois temps

Pour dépasser ces limites, nous proposons un programme de recherche-action collaboratif, déployé sur un horizon de cinq à dix ans, articulé en trois phases.

### 6.2.1. Phase 1 (années 1–2) – Expérimentation pilote

Cinq établissements, un par région géo-pédagogique (Grand Tunis, Nord-Ouest, Centre-Est, Centre-Ouest, Sud), seront désignés comme laboratoires vivants. Dans chacun, une équipe composée d'enseignants, d'étudiants, d'experts du terrain (artisans, agriculteurs, designers) et de chercheurs coconstruira des séquences pédagogiques fondées sur ASA et TRA. Les données seront collectées via des grilles d'observation contextualisées, des entretiens narratifs sur les transformations épistémiques vécues et des portfolios d'apprenants rendant compte de la co-invention.

### 6.2.2. Phase 2 (années 3–5) – Généralisation modulaire

À partir des apprentissages pilotes, des outils opérationnels seront développés : fiches modulables, plateformes collaboratives légères, guides de dévolution sensorielle. Un réseau de « designers didactiques » sera formé, chargé de diffuser ces pratiques au-delà des sites pilotes. Le module POL-CONST sera testé pour identifier des leviers institutionnels réalistes (ex. : réaffectation des recettes de formation continue, reconnaissance des vacataires comme coconcepteurs).

### 6.2.3. Phase 3 (années 5–10) – Ancrage systémique

Les bonnes pratiques validées seront intégrées dans les référentiels nationaux, non par imposition descendante, mais via une accréditation relationnelle, mesurant la pertinence contextuelle, la résilience épistémique et la capacité de cocréation. La loi de décentralisation offrira alors un cadre propice à une autonomie pédagogique territorialisée. Ce protocole ne vise pas à « prouver » la supériorité absolue de D2PR, mais à tester sa robustesse, son adaptabilité et sa faisabilité dans la diversité des réalités tunisiennes. Il s'inscrit dans une épistémologie située : la validité d'un modèle



pédagogique ne se mesure pas à son universalité abstraite, mais à sa capacité à prendre racine, à générer du sens local et à s'autorépliquer de manière autonome.

## 7. Conclusions

Cet article a entrepris une refonte épistémique de la didactique, non en rejetant les acquis fondateurs de Brousseau (1998) et Chevallard (1985), mais en les intégrant dans une matrice systémique contextualisée, apte à répondre aux défis du XXI<sup>e</sup> siècle : globalisation asymétrique, accélération technologique, fragmentation des temporalités éducatives et, surtout, crise de pertinence des savoirs dans les sociétés du Sud global. Face à la prolifération de méthodologies pédagogiques souvent calquées sur des modèles exogènes - déconnectées des capteurs sensoriels, des climats, des économies locales et des temporalités culturelles -, nous proposons de dépasser la dichotomie stérile entre pédagogie et andragogie. Notre hypothèse est que l'apprentissage authentique ne naît ni de l'application mécanique de cadres universels, ni de la conformité à des normes d'accréditation standardisées, mais d'une rencontre contextualisée entre un sujet, un savoir et des intervenants. À travers le cas tunisien - prototype par sa richesse géoculturelle, ses fractures socio-économiques et l'ambition citoyenne post-révolution de ses jeunes -, nous avons formalisé deux modèles systémiques :

- ASA (Adaptive Systemic Algorithm), qui adapte le milieu didactique (Brousseau) aux spécificités territoriales : climat, capteurs sensoriels, rythmes agricoles, frontières culturelles ;
- TRA (Transposition Reconfiguration Algorithm), qui relocalise la transposition didactique (Chevallard) en y intégrant savoirs vernaculaires, mémoires collectives et pratiques situées, évitant ainsi l'« épistémicide » (Santos, 2014).

Ces dispositifs ne relèvent pas d'une technocratie éducative, mais d'une émancipation cognitive : ils métamorphosent les initiatives pédagogiques isolées en réseaux rhizomiques (Deleuze & Guattari, 1980) de co-inventions, où l'enseignement devient un acte collectif de production de sens. Au-delà du contexte tunisien, cette démarche trace la voie d'une didactique post-hégémonique : une science de l'enseignement qui ne se contente plus d'imiter, d'importer ou de se conformer à des normes exogènes, mais qui surgit depuis les marges, ancrée dans les savoirs, les temporalités et les imaginaires locaux. Elle implique une mutation radicale du rôle de l'enseignant et une reconfiguration de l'école comme laboratoire vivant de savoirs situés. Le défi désormais est empirique et collaboratif. Il s'agit de :

- Tester les algorithmes ASA et TRA via des projets de recherche-action pilotes dans les cinq régions géopédagogiques identifiées ;
- Coconstruire avec les acteurs locaux (enseignants, artisans, agriculteurs, étudiants) des dispositifs pédagogiques contextualisés ;
- Traduire la complexité théorique en outils opérationnels : fiches modulaires, plateformes collaboratives, grilles d'évaluation sensibles au territoire (Morin, 1990).

La solution D2PR (Designer of Didactic Parameters Remedies) incarne cette ambition : une algorithmique hybride, qui pondère les dimensions temporelles, géographiques, géopolitiques et, surtout, humaines, pour remédier aux omissions stratégiques du système éducatif tunisien. Elle ne vise pas à imposer un modèle universel, mais à permettre à chaque région de réinventer son rapport au savoir, en s'appuyant sur ses propres ressources épistémiques. Parmi les apports distinctifs de cette exploration figurent une critique incisive

des réformes éducatives post-2011 et des injonctions exogènes (UNESCO, Banque mondiale), une évaluation comparative multicritères soulignant la robustesse de D2PR face aux approches classiques, ainsi qu'une discussion ouverte des limites et implications, illustrée par des figures et tableaux didactiques (tels que la Figure 1 et le Tableau 1) qui ancrent la théorie dans une visualisation accessible. Soutenue par une bibliographie multidisciplinaire embrassant didactique, philosophie et systèmes, cette refonte appelle à une pédagogie rhizomique favorisant l'émancipation et les co-inventions, au-delà des frontières disciplinaires. Enfin, cette proposition résonne profondément avec la mission de la revue DEED : « Enseigner le Design, Designer l'Enseignement ». Car si le design, comme le rappelle Buchanan (1992), est « une discipline de la mise en relation », alors la didactique du XXI<sup>e</sup> siècle doit elle-même devenir un acte de design systémique, sensible aux capteurs du corps, ancré dans le territoire, rhizomique dans ses connexions, et émancipateur dans ses effets. Ce n'est pas une utopie, mais une stratégie épistémique précise, prête à être déployée - non pas pour adapter les marges au centre, mais pour que les marges redessinent le centre.

### Liste des acronymes :

- ACA\_DGE : Adaptation Contextuelle des Ambitions-Didactique Générale Élargie
- ACA\_EICAT : Adaptation Contextuelle des Ambitions-Équilibre Individuel/Collectif et Accélération Technologique
- AFAQ : Association Française pour l'Assurance de la Qualité
- ASA: Adaptive Systemic Algorithm
- D2PR: Designer of Didactic Parameters Remedies
- DEED : Design Enseignement
- ISBAT : Institut Supérieur des Beaux-Arts de Tunis
- ISO : Organisation internationale de normalisation
- JORT : Journal Officiel de la République Tunisien
- ONEF : Observatoire national de l'éducation et de la formation
- POL-CONST : Political-Constraint Simulator (Simulateur de contraintes politico-budgétaires).
- S.W.O. T: Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats
- TIC : Technologies de l'Information et de la Communication
- TRA : Transposition Reconfiguration Algorithm
- TSD : Théorie des Situations Didactiques
- TTD : Théorie de la Transposition Didactique
- UNESCO : Organisation des Nations Unies pour l'éducation, la science et la culture

### Remerciements

Cette recherche n'a bénéficié d'aucune subvention spécifique de la part d'organismes de financement des secteurs public, commercial ou à but non lucratif.

### Conflit d'intérêts

Les auteurs déclarent qu'il n'y a pas de conflit d'intérêt.

### Liste de Références

- Adam, B. (2006). *Time*. Polity Press.
- Akama, Y., & Sumartojo, S. (2019). Designing with care: Relational approaches in co-design and ethnography. *Design and Culture*, 11(3), 327–346.  
<https://doi.org/10.1080/17547075.2019.1649976>

- Andreotti, V. O., Stein, S., Ahenakew, C., & Hunt, D. (2021). Mapping interprÉtations of decolonization in the context of higher Éducation. *Decolonization: Indigeneity, Éducation & Society*, 10(1), 21–40.
- Ball, S. J. (2003). The teacher's soul and the terrors of performativity. *Journal of Éducation Policy*, 18(2), 215–228. <https://doi.org/10.1080/0268093022000043064>
- Barad, K. (2007). *Meeting the universe halfway: Quantum physics and the entanglement of matter and meaning*. Duke University Press. <https://doi.org/10.1215/9780822388128>
- Ben Romdhane, H., & Boughzala, M. (2021). Réformes éducatives en Tunisie post-2011 : Entre discours et réalités. *Revue Tunisienne des Sciences Sociales*, 58(2), 45–67.
- Bertalanffy, L. von. (1968). *General system theory: Foundations, development, applications*. George Braziller.
- Biesta, G. (2022). *The risk of Éducation: Embracing uncertainty in teaching and learning*. Bloomsbury Academic.
- Brousseau, G. (1986). Fondements et méthodes de la didactique des mathématiques. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 7(2), 33–115.
- Brousseau, G. (1998). *Théorie des situations didactiques*. La Pensée Sauvage.
- Buchanan, R. (1992). Wicked problems in design thinking. *Design Issues*, 8(2), 5–21. <https://doi.org/10.2307/1511637>
- Chevallard, Y. (1985). *La transposition didactique*. La Pensée Sauvage.
- Chevallard, Y. (1991). *La transposition didactique : Du savoir savant au savoir enseigné* (2e éd.). La Pensée Sauvage.
- Deleuze, G., & Guattari, F. (1980). *Mille plateaux*. Éditions de Minuit.
- Fassi, A. (2004). *Al-didaktik: Mafahim wa muqarabat* [La didactique : Concepts et approches]. École Normale Supérieure, Université Abdelmalek Essaâdi.
- Freire, P. (1970). *Pedagogy of the oppressed*. Herder and Herder.
- Houssaye, J. (1988). *Le triangle pédagogique*. Éditions ESF.
- Ingold, T. (2011). *Being alive: Essays on movement, knowledge and description*. Routledge.
- Khalifa, M. A., Gooden, M. A., & Davis, J. E. (Eds.). (2021). *Envisioning critical race praxis in Éducation*. Teachers College Press.
- Latour, B. (2005). *Reassembling the social: An introduction to actor-network-theory*. Oxford University Press.
- Manzini, E. (2015). *Design, when everybody designs: An introduction to design for social innovation*. MIT Press.
- Morin, E. (1990). *Introduction à la pensée complexe*. ESF Éditions.
- Parr, P., & Van der Westhuizen, G. (2023). Algorithmic governance in Éducation: Between personalisation and standardisation. *Learning, Media and Technology*, 48(2), 145–159. <https://doi.org/10.1080/17439884.2022.2152936>
- Santos, B. de S. (2014). *Epistemologies of the South: Justice against epistemicide*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315621576>

- Seaver, N. (2017). Algorithms as culture: Some tactics for the ethnography of algorithmic systems. *Big Data & Society*, 4(2), Article 2053951717738104.  
<https://doi.org/10.1177/2053951717738104>
- Tronto, J. (1993). *Moral boundaries: A political argument for an ethic of care*. Routledge.
- UNESCO. (2021). *Reimagining our futures together: A new social contract for Éducation*. UNESCO Publishing.
- Von Foerster, H. (1979). Cybernetics of cybernetics. In K. Krippendorff (Ed.), *Communication and control in society* (pp. 5–14). Gordon and Breach.
- Williamson, B. (2017). *Big Data in Éducation: The Digital Future of Learning, Policy and Practice*. SAGE Publications.
- Zembylas, M. (2024). Affective justice and epistemic disobedience in postcolonial Éducation. *Emotion, Space and Society*, 50, Article 101035.  
<https://doi.org/10.1016/j.emospa.2023.101035>

## Annexe A : Schéma simplifié de l'algorithme D2PR

Nous ajoutons une figure simplifiée de la figure 8 qui illustre une représentation schématique et pédagogique de l'algorithme D2PR (Designer of Didactic Parameters Remedies), spécialement conçue pour les acteurs éducatifs non spécialisés en modélisation algorithmique : enseignants, formateurs, responsables de programmes, décideurs locaux ou étudiants en sciences de l'éducation.

Contrairement à la Figure 8 du corps du texte, qui décrit D2PR dans toute sa complexité opératoire, avec ses modules internes (ASA, TRA, POL-CONST), ses boucles de rétroaction et ses interactions systémiques, cette version réduit volontairement la complexité au profit de la lisibilité actionnelle.

Elle ne cherche pas à « expliquer le fonctionnement technique », mais à rendre visible la logique pédagogique sous-jacente. Le modèle est structuré en quatre gestes concrets et itératifs, formant un cycle (symbolisé par la flèche de retour en pointillés ou continue) qui invite à la répétition, à l'ajustement et à l'amélioration continue :

a) Observer le contexte :

C'est le point de départ éthique et épistémique. Il s'agit de refuser les modèles universels et d'accepter que chaque apprentissage se déploie dans un écosystème unique, façonné par des contraintes climatiques, des ressources économiques, des temporalités culturelles et des limites institutionnelles (POL-CONST).

b) Coconcevoir :

L'enseignement n'est plus conçu par un expert extérieur, mais coinventé avec les apprenants et les acteurs locaux (artisans, agriculteurs, associations). C'est ici que se réalise la rupture avec la pédagogie transmissive et que s'instaure une horizontalité épistémique.

c) Adapter :

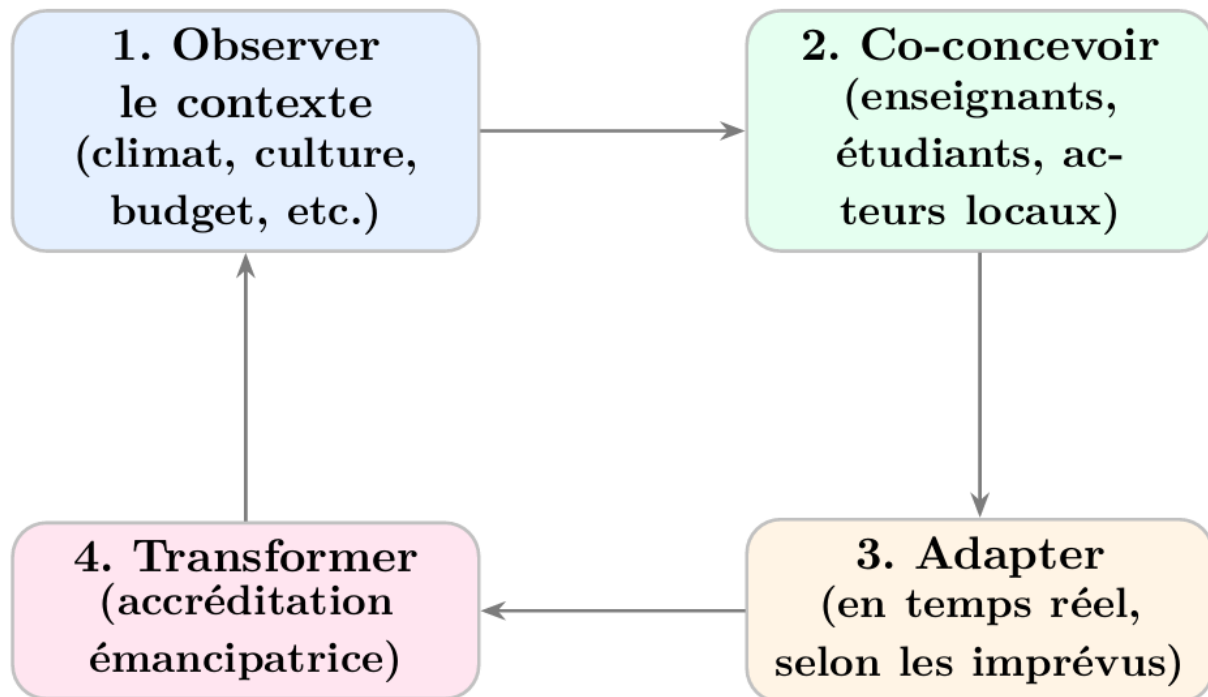
Le milieu d'apprentissage n'est pas figé. Il est ajusté en temps réel en fonction des réactions, des imprévus, des opportunités (ex. : une fête locale, une pénurie d'eau, une innovation artisanale). Cette flexibilité est le cœur de la didactique algorithmique hybride.

d) Transformer l'accréditation :

L'évaluation cesse d'être un filtre normatif pour devenir un miroir de pertinence territoriale. On ne juge plus la conformité à un standard abstrait, mais la capacité du dispositif à générer du sens local, de la résilience cognitive et de la cocréation. Le cycle n'est pas fermé :

l'expérience vécue nourrit une nouvelle observation, plus fine, plus lucide. C'est ainsi que se construit une didactique vivante, ancrée, émancipatrice.

Cette simplification n'est pas une perte de rigueur, mais un geste de médiation épistémique : elle permet à la recherche de circuler au-delà des cercles académiques, et d'investir les lieux où l'enseignement se fait réellement, dans les salles de classe, les ateliers, les territoires.

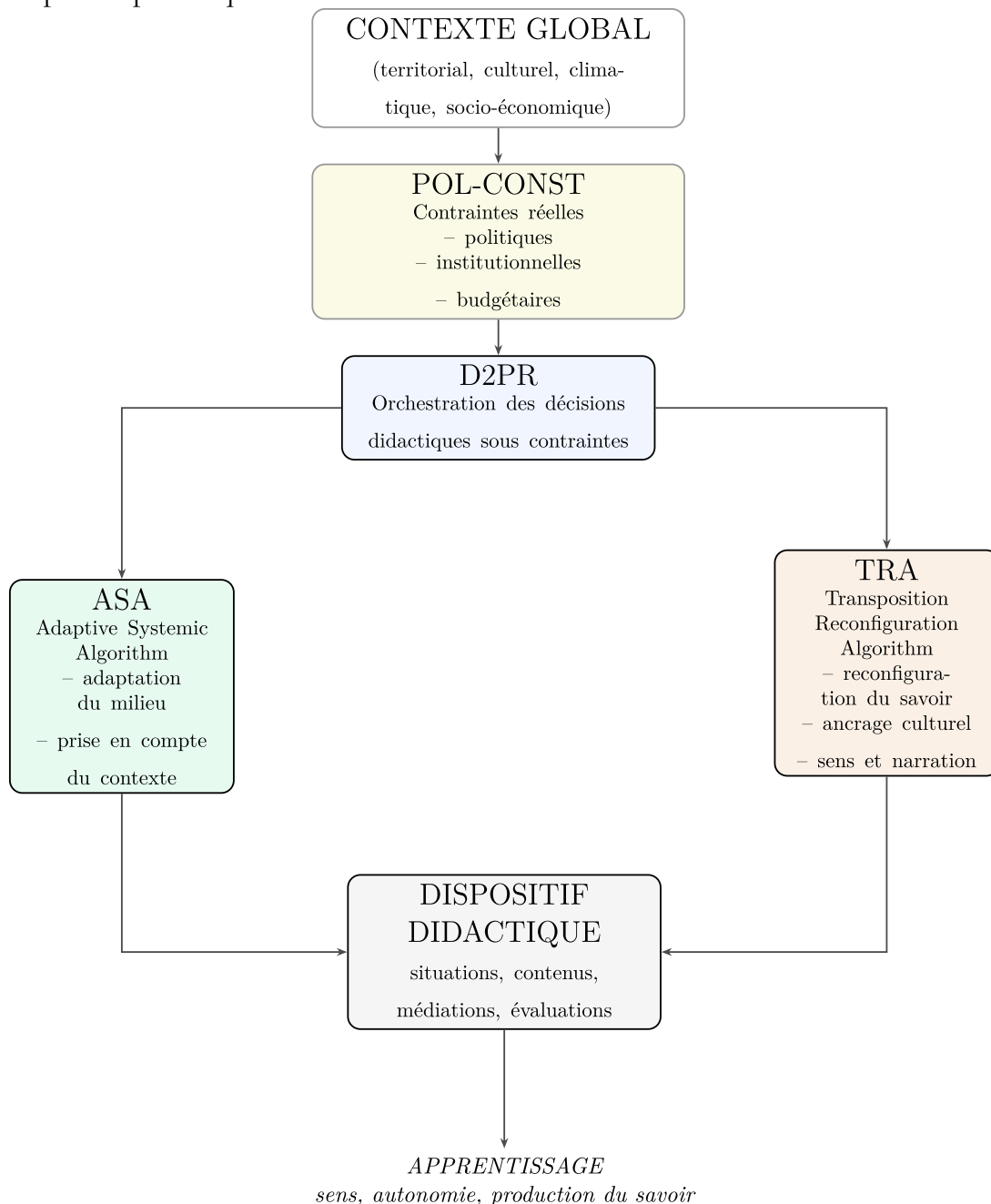


**Figure A.1 :** Schéma simplifié de l'algorithme D2PR, destiné aux lecteurs non techniques.



## Annexe B : Schéma conceptuel du modèle D2PR

La Figure B.1 propose une vue d'ensemble intégrée du modèle D2PR, mettant en évidence sa structure systémique et ses interactions fonctionnelles. Contrairement à la Figure A.1, qui décrit une boucle pédagogique minimaliste destinée aux praticiens, ce schéma explicite les entrées contextuelles, les modules de traitement (ASA, TRA), le niveau intégrateur (D2PR), et le rôle central des contraintes politico-budgétaires (POL-CONST) comme paramètres opératoires, non comme obstacles externes. Il illustre ainsi comment le modèle orchestre, de manière dynamique, l'adaptation du milieu et la reconfiguration du savoir, tout en respectant les limites institutionnelles réelles, pour produire un dispositif didactique contextualisé, orienté vers un apprentissage émancipateur plutôt que normatif.



**Figure B.1 :** Schéma conceptuel synthétisant les composants du modèle D2PR et leurs interactions.