Aiguiller le ciel en ingénierie de résilience

Du contrôle de la navigation aérienne (ICNA) à la professionnalité enseignante

Nathalie WALLIAN(1), Céline CARNUS(2)
et Marie-France CARNUS(3)

(1) LCF (EA 7390), Université de La Réunion
(2) Diplômée ENAC Toulouse, ICNA
(3) EFTS (UMR A122), Université de Toulouse Jean Jaurès

DOI : https ://doi.org/10.17184/eac.8148

Résumé : Le métier d'ingénieur de contrôle aérien de la navigation aérienne (ICNA) est régi par des normes de sécurité radicales qui visent à sécuriser les aéronefs en toutes circonstances. Si la formation initiale et continue au métier d'ICNA permet à ces ingénieurs de mettre en œuvre sous pression temporelle les fiches d'incidents éditées à partir des cas d'incidents répertoriés et modélisés, il reste que l'entraînement à la gestion de l'incertitude requiert un processus complexe, géré et rationnel, mobilisant des savoirs en actes, ainsi qu'un « consentement à l'écart » aux règles. Le parallèle entre le métier d'ICNA et celui d'enseignant procède d'une approche contrastive : l'enjeu consiste à 1) analyser les mécanismes en jeu en ingénierie du risque (aéronautique et enseignement), 2) procéder à une étude de cas respective et 3) étudier les stratégies de formation en résilience par la culture du risque. Des perspectives sont proposées pour éclairer la formation au métier d'enseignant sous le prisme de l'extrêmophilie.

Mots-clés : contrôle aérien, situation awareness, formation à la prise de décision, facteur humain, travail coopératif

Abstract: The air traffic controller profession (ATCo) is governed by radical security norms that target aircraft security in all circumstances. Initial training and continuing professional education of the ATCo profession requires engineers to implement under pressure technical data sheets developed from elaborated from incident case studies that were identified and modeled. Nevertheless, the fact remains that training to manage uncertainty requires a complex, managed and rational process, mobilizing knowledge in action, as well as a "willingness to deviate" from the rules. The parallelism between the ATCo profession and the teaching profession works by way of a contrastive approach : the challenge is 1) to analyze the mechanisms involved in risk engineering (air navigation and class management), 2) to proceed to a respective case study and 3) to study the trainee strategies of resilience for the risk culture. Perspectives are proposed to shed light on the teacher trainee education under the prism of the extremophile.

Keywords: air traffic control, awareness situation, decision-making trainee, human factor, cooperative work

Introduction

> « *Car l'ingenium a été donné aux humains pour comprendre, c'est-à-dire faire* » (Vico, 1708).

Reporter de guerre, scaphandrier, pompier, cordiste, volcanologue, urgentiste humanitaire, pilote de chasse, chauffeur grumier, cascadeur… sont autant de métiers *de l'extrême :* confrontés en permanence à des risques multiples comme à des situations inédites, leur prise de décision exige d'être sûre, rapide et appropriée. Récursivement, l'exercice du métier en conditions extrêmes procure des sensations fortes qui exigent la mobilisation d'une posture adaptée pour prendre des décisions en *tout terrain* (Genevois et Wallian, 2020). La formation de chacun de ces professionnels est particulière et mobilise une rigueur qui engage des protocoles sécuritaires (Barnier, 1999), des savoirs pratiques et théoriques contextualisés et une éthique éprouvée (Ochanine, 1978 ; Blanchard-Laville et Fablet, 1996 ; Clot, 2006 ; Pastré, 2008). Ainsi, ce sont les modalités de l'agir professionnel qui sont questionnées (Magakian, 2009 ; Maggi, 2011 ; Perez, 2012). Pour autant, Wolff et Sperandio (2004, p. 115) considèrent que le travail en condition extrême est « *un défi que l'ergonomie n'a pas pour ambition de relever* » du fait de son positionnement « *à la limite* ». Or c'est justement cette « *limite* » qui attire notre regard de chercheur, considérant qu'elle peut sous conditions être vectrice d'apprentissage et de développement professionnel (Cru, 1995). Parmi les métiers *du* risque et les métiers *à* risque, il en est un qui attire particulièrement l'attention du chercheur ; l'*ingénieur de contrôle de la navigation aérienne* (ICNA alias contrôleur aérien ou aiguilleur du ciel), sachant que 804 000 nouveaux pilotes -sous leur contrôle- seront recrutés d'ici 20 ans (Mohrmann et Stoop, 2020).

Le contrôleur aérien est un maillon décisif pour assurer la sécurité des aéronefs sur leur trajet, du décollage à l'atterrissage mais également celle des zones survolées. En garantissant la fluidité de la circulation aérienne, il sécurise la qualité des vols en toutes circonstances : c'est le guide et le conseiller des pilotes et à ce titre, il n'a pas droit à l'erreur. Inscrit dans une équipe qui comprend d'autres contrôleurs, les services météorologiques, la logistique des pistes et les commandants de bord, il se présente comme un expert en communication qui met en circulation les plans de vols, le trafic, les prévisions météo, l'approvisionnement en carburant : sous pression temporelle, sa capacité vive d'analyse en situation complexe multidéterminée est requise (Stoops et Dekker, 2012 ; Stroeve *et al.*, 2014).

Pour autant, la régulation de la circulation aérienne s'opère en équipe par binôme dans un espace tridimensionnel (trajectoire, vitesse, altitude) modélisé par informatique (écran radar, moyens de communication, interfaces) : les échelles de temps de décision variées s'étendent d'une durée de vol longue à la fraction de seconde d'une manœuvre décisive. En mobilisant une mémoire de travail élaborée et un esprit d'analyse vif, le contrôleur aérien prend des décisions en temps réel tout en maîtrisant la complexité sous urgence, source de stress et d'erreur. Entraîné à assumer un haut niveau de responsabilité, il dispose d'une importante capacité de discernement doublée d'une réactivité extrême : il a l'autorité pour imposer ses décisions aux pilotes qui survolent sa zone d'intervention.

Published in : N. WALLIAN, M.-P. POGGI et G. LEFER SAUVAGE (Eds.), *Les savoirs de l'extrême. Médiation-appropriation en contextes*, Editions des archives contemporaines, ISBN : 9782813004901, doi : 10.17184/eac.9782813004901

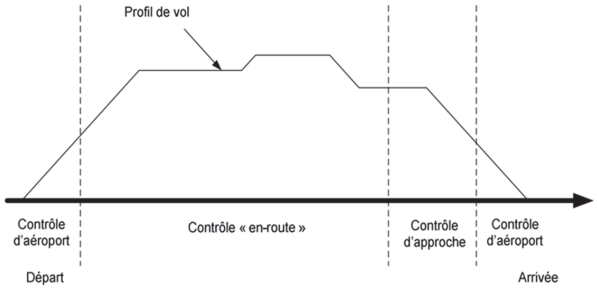


FIG. 1 : Répartition des régions de contrôle en fonction de la route de l'avion (Annebicque, 2020, p. 26)

Le niveau global de sécurité aérienne semble avoir atteint un plateau avec 0,5 accident/million de vols (Di Cioccio, 2012, p. 20) si bien que le *Système de Management de la Sécurité* est imposé comme norme en contrôle aérien international. Deux modèles de contrôle coopèrent pour la sûreté de cette industrie ultra sûre : la procéduralisation en sécurité « *réglée* » et le facteur humain (Savoyant, 1981 ; Endsley, 1988) basé sur le principe de « *sécurité gérée* ».

> Un cas de la « *résolution de conflits* » concerne par exemple la présence de deux avions en « *air-miss* » qui se croisent sous la norme de séparation horizontale et verticale : dans cette configuration, c'est au contrôleur d'ordonner au pilote d'au moins un des aéronefs de modifier sa route selon les paramètres de cap, d'altitude ou de vitesse. Cette situation peut également être enrayée par un « *filet de sauvegarde automatique* » et/ou par un outil indépendant embarqué, le TCAS [Traffic Collision Avoidance System].

La question est de savoir comment le système Homme-machine complexe exécute une fonction qui facilite les interactions à plusieurs, même -et surtout- en mode dégradé, notamment en cas d'interférences (Annebicque, 2020, p. 37). A la croisée des normes et de leur interprétation en contexte, ce modèle décisionnel peut questionner le métier d'enseignant en ce qu'il exige et génère des compétences professionnelles similaires en contexte variable voire critique : une étude contrastive va permettre de visiter le second à l'aune du premier. Dans un premier temps, nous verrons les modélisations de la gestion de l'extrême dans le métier d'ICNA pour ensuite enquêter la situation d'enseignement/apprentissage conçue comme un extrême à haut risque symbolique et pragmatique.

1 La formation initiale/continue des contrôleurs aériens, une ingénierie de la résilience

Les ICNA appartiennent au corps de la fonction publique : l'armée de l'air et la marine nationale ont des recrutements spécifiques. Formé(e) à Bac + 5 à l'ENAC (Ecole Nationale de l'Aviation Civile de Toulouse) (50 inscrits/an), titulaire d'une Licence

Published in : N. WALLIAN, M.-P. POGGI et G. LEFER SAUVAGE (Eds.), *Les savoirs de l'extrême. Médiation-appropriation en contextes*, Editions des archives contemporaines, ISBN : 9782813004901, doi : 10.17184/eac.9782813004901

européenne de contrôleur stagiaire puis d'un Master en *Management & Contrôle du Trafic Aérien* (MCTA), il/elle est rémunéré(e) dès Bac + 3 (sous contrat de 7 ans post diplôme) en qualité de stagiaire pour une formation en alternance. Les modalités de formation visent à recréer des conditions de travail au plus proche du réel avec l'usage d'interfaces pédagogiques performantes : les simulateurs de contrôle d'approche et de contrôle en-route complètent les simulateurs de contrôle d'aérodrome (images de synthèse en vision 360°). Un brevet de pilote privé est également nécessaire. Une banque d'épreuves répertorie les sujets de sélection et le passage d'une visite médicale de classe 3 est nécessaire.

Les conditions de travail comportent des horaires décalés, à raison de 32h/semaine, alternant plages de travail et de repos, ce qui exige une condition physique irréprochable. Le travail en binôme voit une répartition des missions selon les procédures de vol et le radar.

1.1 Modéliser les accidents : la sécurité *réglée* versus *gérée*

A l'interface homme-machine (Nogier, et *al.*, 2012 ; Annebicque, 2020), la sûreté du contrôle aérien repose sur un *système sociotechnique complexe* inscrit sous le double joug de la performance et de la sécurité. Deux types de modèles d'appréhension de la sécurité sont possibles : une approche centrée sur l'erreur ou la défaillance technique (Ramsussen, 1997 ; Reason, 1993) fondée sur la théorie de l'accident normal (Perrow, 1984) ou sur la HRO (*High Reliability Theory* déployée par La Porte et Consolini, 1991) (Troadec, 2013, p. 5-15). Les modèles d'accidents majeurs (Hollnagel, 2004) présentent trois catégories : *linéaire* séquentielle (domino produisant une cascade d'événements logiques), *épidémiologique* (combinaison de facteurs environnementaux avec événement déclencheur) et *systémique* (interaction entre conditions « *latentes* » : techniques, humaines, sociales, environnementales et organisationnelles). Dans ce dernier cas, le modèle systémique est non linéaire et dynamique : un accident ne résulte pas d'une seule défaillance, laquelle n'est pas suffisante pour le provoquer.

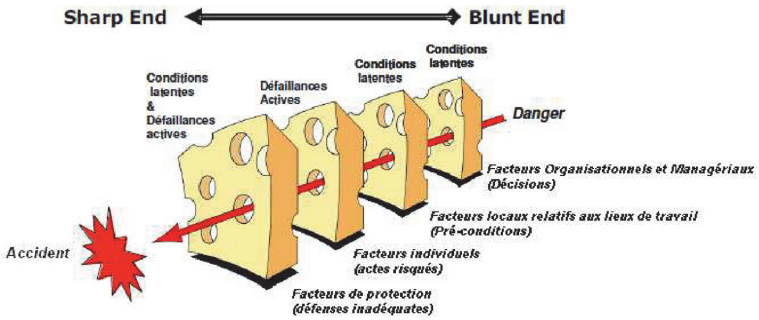


Fig. 2 : Le modèle de Reason (1990, 1997) (cité par Di Cioccio, 2012, p. 28)

L'espace de fonctionnement prescrit du système sociotechnique a tendance à migrer vers un autre espace où la sécurité est moindre. De la sorte, l'accident ne résulte pas de la coïncidence de défaillances indépendantes

Published in : N. WALLIAN, M.-P. POGGI et G. LEFER SAUVAGE (Eds.), *Les savoirs de l'extrême. Médiation-appropriation en contextes*, Editions des archives contemporaines, ISBN : 9782813004901, doi : 10.17184/eac.9782813004901

mais bien de la migration systématique vers les limites de sécurité (Di Cioccio, 2012, p. 29).

En injectant le facteur humain dans un second modèle, Amalberti (2001, 2003, 2004) introduit l'axe des *bénéfices individuels* dans les liens entre performance et sécurité.

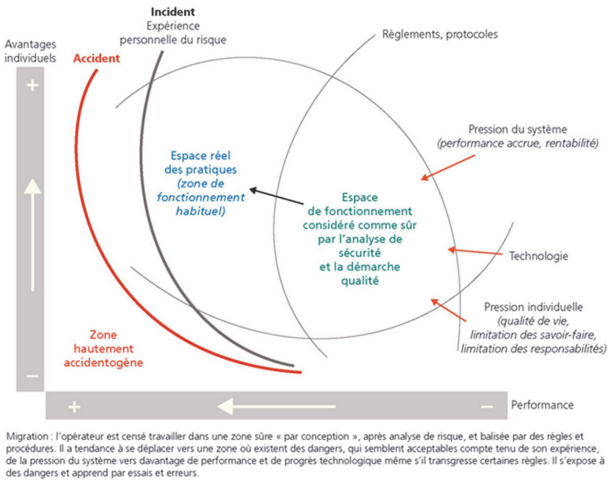


Fig. 3 : Le modèle de double migration de Polet *et al.* (2003) (cité par Di Cioccio, 2012, p. 29)

Dans ce modèle, la quête de performance avec des moyens inadéquats génère des transgressions -par la direction puis par les individus- aux limites des barrières de protection matérielles, fonctionnelles, symboliques et immatérielles (Hollnagel, 2009). Chaque fonction du système sociotechnique varie alors selon les conditions de performance des autres fonctions en lien : le phénomène de *résonance fonctionnelle* (Hollnagel et Woods, 2005) explique la variation qui peut aller jusqu'à perte de contrôle et survenue d'un accident.

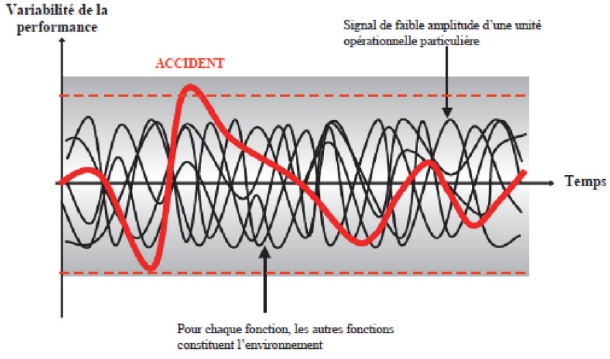


Fig. 4 : Le modèle FRAM (Hollnagel, 2004) (Cité par Di Cioccio, 2012, p. 33)

Published in : N. WALLIAN, M.-P. POGGI et G. LEFER SAUVAGE (Eds.), *Les savoirs de l'extrême. Médiation-appropriation en contextes*, Editions des archives contemporaines, ISBN : 9782813004901, doi : 10.17184/eac.9782813004901

Le modèle de Hollnagel permet de comprendre comment un expert engage une variation qui récursivement s'augmente, allant jusqu'à un niveau de désordre hors contrôle qui génère un accident.

1.2 La dimension coopérative de l'interface Homme-machine

Confronté à des risques majeurs, le contrôleur est amené à coopérer avec son binôme en répartissant rôles et responsabilités (Debernard et Hoc, 2003). La délégation de tâche exige de disposer du même niveau d'information pour se construire une représentation partagée et commune des opérations à réaliser, soit un haut niveau de « *conscience de la situation* » dynamique [*situation awareness*] (Spiker *et al.*, 1986 ; Smith et Hancock, 1995) : Endsley (1988) définit celle-ci comme le résultat de la *perception* des éléments de l'environnement dans un volume de temps et d'espace, la *compréhension* de leur valeur significative et la *projection* de leurs états dans un futur proche. L'auteur modélise quatre niveaux de prise de décision selon les modèles *linéaire* (perception, compréhension, projection), *décisionnel* (reconnaissance simple, adaptation d'action, stratégie complexe), *régulatrice* (Hoc, 2001) et *néo-écologique* -ou productrice d'autoconstruction- en vertu du concept d'*affordance* (Gibson, 1979).

De plus, la « *conscience de la situation* » concerne une équipe d'opérateurs pour laquelle chacun déploie une tâche précise orientée vers le but global, ce qui exige une capacité à communiquer, coopérer et échanger (Cuny, 1969). Dans ce cas, les médias mobilisés sont multimodaux : supports d'écran d'affichage, documents écrits, débriefs oraux directs, plateformes coopératives à interfaces dialogiques. Cette activité de communication mobilise un *référentiel commun* qui permet de restituer l'historicité, la durée et l'orientation de l'action en fonction d'intentions explicitées. Ce référentiel constitue « *une représentation plus ou moins réaliste et correcte du procédé et de son état à un instant donné* » (Annebicque, 2020, p. 59) et sera remis à jour pour être exploité par l'équipe (ex : *strips* papier à annoter sur les plans de vol partagés entre deux contrôleurs). Certes l'actualisation du référentiel engage des activités supplémentaires issues des tâches à réaliser. Mais le partage de ce référentiel représente la base d'enrichissement dynamique des activités de coopération dans l'action et sa planification : il constitue un outil de méta-coopération qui autorise la compatibilité des modèles individuels et partagés de représentations, soit la circulation des intentions et des procédures (in-)habituellement déployées par les agents. En renseignant, contrôlant et gérant ces interférences en autonomie, l'activité autorégulatrice collective négocie leur résolution et aboutit aux arbitrages, soit à l'acceptation/imposition des décisions, mais également à la capitalisation de savoirs d'expérience.

> Fondée sur un principe de partage des intentions mutuelles et de répartition explicite et consentie des tâches, la stratégie de coopération permet d'estimer la charge de travail respective pour mieux la distribuer. C'est le cas par exemple dans la situation-limite redoutée d'un orage de cumulonimbus où 50 avions sont déviés hors route pour éviter la dépression atmosphérique. Dans ce cas hyper-anxiogène pour le contrôleur, le fait de coopérer à deux permet d'expliciter mutuellement les opérations en vérifiant constamment l'absence d'oubli de paramètre de l'autre et en ré-

Published in : N. WALLIAN, M.-P. POGGI et G. LEFER SAUVAGE (Eds.), *Les savoirs de l'extrême. Médiation-appropriation en contextes*, Editions des archives contemporaines, ISBN : 9782813004901, doi : 10.17184/eac.9782813004901

> partissant de façon négociée la charge et les modalités du travail et de contrôle en contexte (ex : découpage de sous-espaces de responsabilités). Ce couplage autorise alors la gestion de situations complexes hautement évolutives sur la base d'une confiance totale, d'un rapport de places à égalité et d'une communication sans faille.

Loin de la quête de la solution optimale, démarche inappropriée en résolution de conflit complexe, la modélisation de la prise de décision peut résider dans la minimisation du poids des variables et dans la redondance du contrôle mutuel : l'enjeu est alors d'obtenir une projection fiable de l'évolution de la situation, c'est-à-dire une interprétation juste de son état dynamique. A cet effet, l'abandon d'une option décisionnelle constitue non pas un échec mais le réajustement vers une meilleure adéquation : de même, l'action indirecte sur la situation présente peut permettre d'éviter une aggravation potentielle (ex : déroutage d'un avion pour garder la maîtrise d'une situation par ailleurs instable) et constituer une option décisive. La question est ainsi de doter le contrôleur en formation d'une maîtrise globale par la *conscience de la situation* en vue d'une décision collaborative.

1.3 Former à la gestion du risque : du référentiel sécurité à la culture de la sécurité

Toute prise de décision n'est pas toujours rationnelle car 1) la connaissance exhaustive des données du problème est insatisfaite, 2) la prédiction des conséquences reste spéculative, 3) l'explicitation des raisons (motifs/mobiles) de l'agir est limitée et 4) la complexité des situations exige une approche croisée coûteuse en temps. Simon (1955) considère que la *rationalité procédurale,* forcément limitée, permet d'orienter des décisions satisfaisantes [*accountable*] plutôt qu'optimales en fonction du système de règles et de normes à satisfaire [*satisficing rules*]. En concevant la décision juste comme une norme-à-édicter, la création d'un *référentiel de sécurité* vise plusieurs objectifs. En premier lieu il s'agit de réduire l'imprécision des interprétations de l'incident et des procédures puis de caractériser ce risque -en termes de préférence/aversion- et enfin d'identifier l'incertitude (issue probable de succès/échec) au regard des caractéristiques psychologiques humaines (fatigue, stress, temps de réaction…). *In fine*, la capitalisation des expériences permet de rebondir pour produire des savoirs actualisés qui font tendre le risque vers zéro.

En gestion des risques aéronautiques, l'approche traditionnelle (proactive, opérationnelle, réactive) s'opérationnalise avec le *Manuel de Management de la Sécurité* (ou *ManEx des aéronefs*, norme européenne 2021) de l'OACI (ICAO Doc 9859-AN/460, 2009) qui répertorie l'ensemble des situations standard et des directives y afférentes.

> Ainsi par exemple, en combinant le couplage probabilité/gravité, le risque de sortie de piste -jugé inacceptable- engage l'entraînement spécifique du personnel navigant. De même, l'analyse des arbres de causalités (AcciMap) matérialise la cartographie des flux de cet événement critique selon les précurseurs et les conséquences probables, ce qui permet la prévention de ce type d'extrême tout autant que sa gestion en temps (Manuel de Management de la Sécurité et SMS/SGS).

Published in : N. WALLIAN, M.-P. POGGI et G. LEFER SAUVAGE (Eds.), *Les savoirs de l'extrême. Médiation-appropriation en contextes*, Editions des archives contemporaines, ISBN : 9782813004901, doi : 10.17184/eac.9782813004901

Lorsque deux pistes sont indépendantes, il est possible de faire décoller et atterrir un avion sur une piste indépendamment de l'activité sur l'autre piste. Cependant, dans une configuration que l'on appelle « *pistes liées* » [ex : météo défavorable], même si les pistes sont indépendantes, les départs sur une piste sont accordés en fonction des arrivées sur l'autre afin d'éviter tout conflit en cas d'approche interrompue du trafic à l'arrivée (Manex LFPOrly pour simulation aérienne réservé aux pilotes et contrôleurs du réseau IVAO mis à jour AIRAC 2306, p. 15).

En introduisant les notions de risque et d'incertitude, ce modèle de la décision prend en charge les approches descriptive, prescriptive, normative et (auto-)constructive (Annebicque, 2020, p. 82) du comportement ordonné et rationnel du décideur :

Tab. 1 : Différences entre les approches de l'aide à la décision (Dias et Tsoukias, 2004)

Approche	*Caractéristiques*	*Comment obtenir le modèle*
Normative	Rationalité exogène, comportement économique	Postuler
Descriptive	Rationalité exogène, modèles empiriques du comportement	Observer
Prescriptive	Rationalité endogène, cohérence avec la situation problématique	Découvrir
Constructive	Processus d'apprentissage, cohérence avec le processus de décision	Établir un consensus

La *culture de sécurité* oriente alors le système en faisant circuler des informations fiables, sûres, résilientes et -surtout- apprenantes parce qu'extraites de la pratique, systématisées et auto-construites en contextes. Elle peut être définie comme l'ensemble des pratiques développées, partagées entre principaux acteurs concernés, pour maîtriser les risques de leur métier. Nécessitant l'engagement explicite et ferme de la hiérarchie, c'est la pratique des acteurs (en *bottom up*) -et non les règles prescrites en *top down*- qui constitue le pilier de la culture de sécurité de l'entreprise (Reason, 1997). Pour ce faire, la notion de « retour d'expérience » en atmosphère de confiance encourage les agents à s'engager dans un comportement-sécurité qui autorise la circulation des savoirs au cœur des pratiques quotidiennes comme la reprise structurante des failles aux limites de l'extrême.

A cet effet, les violations de sécurité ne constituent pas des effractions aux normes mais bien des contributions d'adaptation à la survenue d'une perturbation : elles sont *« les traces de l'intelligence et de la flexibilité des opérateurs de première ligne […]. Blâmer et former l'opérateur ne doivent pas être les réponses uniques de l'organisation aux violations »* (Di Cioccio, 2012, p. 42). C'est cette flexibilité qui produit de l'ajustement et de l'auto-construction, à la limite des normes répertoriées par les manuels. Le travail sur retour d'expérience au quotidien devient ainsi sous conditions

Published in : N. WALLIAN, M.-P. POGGI et G. LEFER SAUVAGE (Eds.), *Les savoirs de l'extrême. Médiation-appropriation en contextes*, Editions des archives contemporaines, ISBN : 9782813004901, doi : 10.17184/eac.9782813004901

le mode de construction et d'auto-formation le plus prometteur pour une coopération professionnelle experte (Pétolas, 2005).

1.4 La violation de procédure : anarchie de la sécurité ou ingénierie de la résilience ?

Soumis à des conflits décisionnels multi-critériés sous pression temporelle, l'expertise du système Homme-machine consiste également à signaler et à interpréter pour arbitrer les alternatives en déployant une « *ingénierie de la résilience* » : celle-ci s'exprime sous la forme d'une « *intelligence en actes* » (Di Cioccio, 2012, p. 201). L'enjeu est de déployer une résistance aux perturbations par un haut niveau de sécurité à la fois « *réglée* » et « *gérée* ». La sécurité *réglée* vise à « *éviter toutes les défaillances prévisibles par des formalismes, règles, automatismes, mesures et équipements de protection, formations aux comportements sûrs et la mise en débat collective de la sécurité gérée* » (*ibid.*, p. 198). La sécurité *gérée* concerne les arbitrages humains opérés selon des critères multiples.

Dans le cas de l'ICNA, les décisions d'arbitrage raisonnées par les opérateurs engagent des sécurités « *réglées* et *gérées* » sur un système sociotechnique complexe ouvert, au risque de l'amener à prendre des décisions hors zone d'arbitrage (*ibid.*, p. 197). Selon Hollnagel et Woods (2006), « *la capacité des opérateurs des systèmes sociotechniques complexes d'arbitrer et de faire des compromis entre les objectifs de sécurité et de performance est assimilable à de la résilience* », laquelle correspond à l'organisation des arbitrages entre buts conflictuels pris en autonomie (*ibid.*, p. 198). En cas de conflit entre sécurité réglée/gérée, c'est-à-dire en cas d'*écart à l'enveloppe de sécurité admise*, les arbitrages raisonnés [par les ICNA] reposent sur une résilience consistant à *concéder un écart* aux règles *ou* à sacrifier la performance (Di Cioccio, 2012, p. 21).

> C'est le cas par exemple d'une décision d'immobilisation d'un avion au sol, laquelle entraîne une perte de performance en temps et en rentabilité, au bénéfice de sa sécurisation. Dans cette enveloppe de sécurité admise, le défaut doit être interprété au regard de la sécurité réglée et gérée et la décision peut alors être de concéder un écart aux règles aux fins d'éviter une difficulté autre, comme l'arrivée d'un cyclone.

Ainsi, les ICNA sont-ils formés à endosser des comportements normés (*connaître les règles*) et également à assumer de sortir de la prévision à cause d'un événement décisif (*ne pas « appliquer »* ces règles à la lettre). En effet soumis à une situation inhabituelle, quand les règles de gestion en situation de perte de contrôle ne fonctionnent plus, il devient vital de consentir à l'écart : c'est alors que s'exerce son autonomie (*quand et comment sortir de la règle*), laquelle constitue ce fameux « *facteur humain* » qui rend la prise de décision non rationnelle mais juste. Il est à noter que l'*a-rationnel* (écart hors norme) est à distinguer de l'*irrationnel* (écart en dépit du raisonnement) : loin de se comporter comme un « *applicateur* » de normes, l'ingénieur formé sait questionner celles-ci pour en faire des ressources qui orientent une prise de décision inédite : en cela, il exerce son ingéniosité [*ingenio* ; créativité] pour l'élaboration de solutions jusque-là inexistantes voire impensables (Morin et Le Moigne, 1999 ; Le Moigne, 2003).

Published in : N. WALLIAN, M.-P. POGGI et G. LEFER SAUVAGE (Eds.), *Les savoirs de l'extrême. Médiation-appropriation en contextes*, Editions des archives contemporaines, ISBN : 9782813004901, doi : 10.17184/eac.9782813004901

C'est donc le nouvel entendement de la complexité qui autorise l'émergence d'une compétence à s'écarter consciencieusement de la norme pour atteindre la *conscience de la situation*.

Loin de représenter un comportement dangereux ou anomique, ce *consentement à l'écart* représente au contraire une *violation délibérée de sécurité* consistant à sortir des normes et des règles de l'art. Si toutes les violations n'ont pas mécaniquement de conséquences négatives pour la sécurité, il apparaît au contraire qu'elles peuvent être assimilées à des actes visant à la maintenir, requérant de la sorte un niveau d'expertise élevé pour lequel le contrôleur est explicitement formé (Bisseret, 1970, 1995). En mobilisant intelligence et flexibilité, les compétences à concéder un écart aux normes font donc partie intégrante des mécanismes d'adaptation -donc de résilience- des opérateurs ICNA soumis à une perturbation critique. En conséquence, l'*anarchie de la sécurité* (Stoop et Dekker, 2012) consiste à faire plus confiance aux personnes qu'aux protocoles normalisés en privilégiant l'initiative et l'autonomie du système : en raison du caractère inopérant des « *bonnes pratiques* » normées, le système complexe se développe par auto-organisation car l'expérience alimente récursivement les savoirs déployés en améliorant le système. Ainsi, ce système tend de façon dynamique et vers la maîtrise de l'extrême selon une logique floue, c'est-à-dire vers le maintien de l'équilibre dynamique non linéaire.

Dans ces conditions, la lecture des circonstances de la situation amène une compréhension contextualisée des opérations réalisées : la formation à une culture « *juste* » de sécurité (Amalberti, 2001) vise à favoriser les analyses constructives de la prise de décision rationnelle explicite en vue du développement des habiletés d'adaptation aux frontières de sécurité (Stoop et Dekker, 2012). En développant la *conscience de la situation* (Bailly, 2004), l'activité professionnelle remplit une *fonction situante* (Astier, 2003 ; Barbier, 2017) et auto-constructive : la question est alors de penser la formation à cette compétence en environnements extrêmes (Bisschop *et al.*, 2022).

1.5 De l'autopsie d'un crash aérien à l'étude d'une fiche de notification d'événement

L'étude de tout crash aérien consiste pour le Bureau d'Enquêtes et d'Analyses (BEA) à identifier les circonstances particulières autour de l'accident, soient le système avionique, les enregistrements de vol, les débris de l'aéronef et les facteurs humains. Une situation de *« perte de contrôle »* est répertoriée comme potentiellement létale : elle concerne aussi bien les aéronefs de conception classique que ceux présentant un haut niveau d'automatisation. Dans le cas du vol AF447 Rio (crash du 01/06/2009 ; rapport publié le 05/07/2012), ce sont la perte de contrôle de l'avion (incohérence des indications de vitesse de l'air par obstruction des sondes Pitot givrées) et la cascade décisionnelle des pilotes qui sont imputées : la perte de portance est liée aux décisions des pilotes, une confusion qualifiée de *loss of situational awareness by the flight crew* (Troadec, 2013, p. 7). Dans un système automatisé

> la conscience situationnelle dépend de la qualité des informations transmises aux pilotes, de la manière dont elles sont présentées, de la consistance des signaux qu'ils perçoivent de façon multisensorielle et de leur capacité

Published in : N. WALLIAN, M.-P. POGGI et G. LEFER SAUVAGE (Eds.), *Les savoirs de l'extrême. Médiation-appropriation en contextes*, Editions des archives contemporaines, ISBN : 9782813004901, doi : 10.17184/eac.9782813004901

> à attribuer un sens à ces signaux à partir de leur formation et de leur expérience (*ibid.*, p. 8).

Les prévisions de sécurité prévoient les procédures à suivre mais comportent également une zone d'implicites. Ainsi, la sécurité dépend de l'adéquation entre les compétences cognitives des pilotes et les signaux fournis pour comprendre et agir : or il apparaît que les hypothèses d'analyse de sécurité ne sont pas systématiquement cohérentes, voire même que les signaux d'alarme ne sont parfois ni perçus, ni interprétés.

Les erreurs relevées dans la gestion de crise du vol AF447 concernent les attentes explicites/implicites de sécurité : dans cette situation inattendue, les interactions enregistrées de l'équipage matérialisent le niveau d'incompréhension du diagnostic (Broadbent, 1958) sous forte charge mentale (Martin, 2013). Progressivement déstructuré, l'équipage ne comprend pas qu'il est confronté à une « *simple* » perte de sources anémométriques : il surinterprète des indications de cockpit qui ne correspondent pas à la vitesse réelle de l'avion. En effet, si ce calcul n'est pas correct en raison du givrage, l'avion peut soit se déformer en vol -s'il est trop rapide-, soit décrocher et tomber -s'il est trop lent-, ce qui est alors le cas.

> Alors même que trois mesures de vitesse sont erronées, les turbulences créant le cabrage/tangage de l'appareil induisent un centrage excessif sur les valeurs d'entrée. La perte de contrôle cognitif de la situation par les pilotes se renforce à l'apparition de soubresauts d'imminence de décrochage et des alarmes correspondants, trompant l'analyse et amenant *in fine* à prendre la décision contraire à celle requise : le décrochage résulte de l'ascension de l'avion alors qu'il eût fallu le faire piquer vers le sol pour relancer la portance (Troadec, 2013).

C'est donc une perception erronée -et une forte croyance dans les instruments de mesure- qui ont engendré cette décision intuitive, alors même qu'il s'agissait de faire plonger l'avion pour gagner en portance, option totalement contre-intuitive mais salvatrice. David (2013, p. 10) impute cette mésinterprétation des pilotes à une incapacité à reconnaître le signe de décrochage doublée d'une incompétence cognitive à comprendre la situation en présence d'instruments de mesure erronés. Celle-ci exige certes la mobilisation des connaissances relatives aux modes de protection de l'avion (sondes Pitot de mesure de vitesse des fluides) mais également à la pratique de la physique du vol (quête de portance en référence à la mécanique des fluides et à la résistance à l'avancement par écoulement turbulent de l'air).

Tous les dysfonctionnements majeurs sur défaut technique ne produisent pas un accident :

> C'est le cas du vol AF648 qui remet les gaz à l'arrivée pour un problème hydraulique empêchant les gouvernes de vol, du train d'atterrissage et des freins de se déployer. Ce défaut exige de solliciter cette même fonction centrale par un autre canal, en vertu du principe de redondance du système

Published in : N. WALLIAN, M.-P. POGGI et G. LEFER SAUVAGE (Eds.), *Les savoirs de l'extrême. Médiation-appropriation en contextes*, Editions des archives contemporaines, ISBN : 9782813004901, doi : 10.17184/eac.9782813004901

hydraulique présent dans tout avion. Dans ce cas, la procédure d'urgence est activée (« *PanPan confirmé* » et ALERFA déclenchée sur une piste longue dotée d'un tapis d'arrêt EMAS).

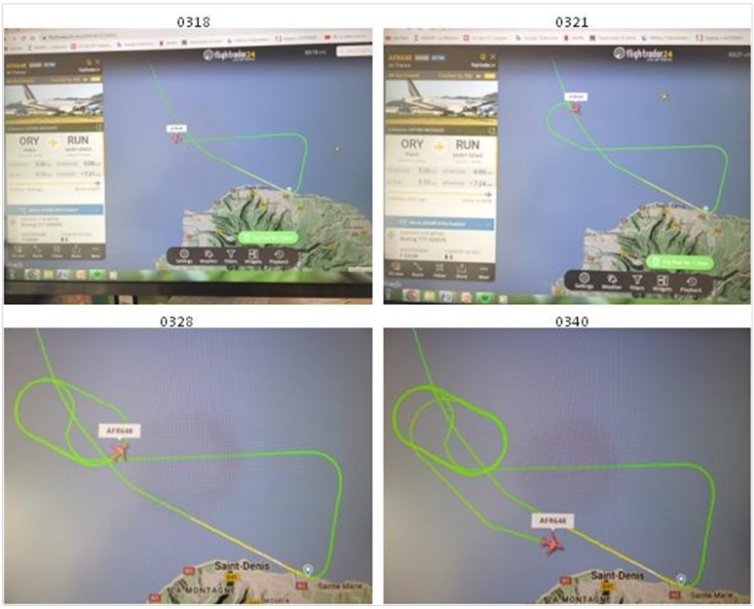


Fig. 5 : Chronologie horodatée de l'incident capté sur Flightradar

Dans ce cas, la chronologie des faits est restituée précisément sur la fiche incident ainsi que les opérations menées par le contrôleur aux fins d'identifier la gravité (dégradation du vol), lancer les procédures d'alerte (pompiers, secours, plan préfectoral), orienter la mise en attente « *stack* » en sécurité (voir la trajectoire en 8 sur la figure 5), aider la résolution de panne, prévoir une procédure dégradée par un changement de piste d'atterrissage et vérifier l'état des infrastructures une fois la résolution obtenue.

L'intérêt de ce cas d'incident est de montrer à la fois les traces d'activité et le circuit des communications mobilisé ainsi que l'algorithme décisionnel suivant le fil des règles prescrites en procédure de sécurisation tout au long de l'intervalle de temps de 30 minutes : il apparaît que l'intervention de l'ICNA engage des actions multiples qui fonctionnent de manière systémique, méthodique et anticipée, le gain de temps décisif étant obtenu par la mise en position de l'avion en aire protégée « *stack* » (voir captures d'écran sur Flightradar à T = 03h28). La fiche-réponse à la fiche-incident clôt l'incident et autorise l'extraction des savoirs par retour d'expérience pour l'enquête technique. La question est maintenant de voir comment les ICNA se forment à gérer ces situations inhabituelles ou dégradées.

Published in : N. WALLIAN, M.-P. POGGI et G. LEFER SAUVAGE (Eds.), *Les savoirs de l'extrême. Médiation-appropriation en contextes*, Editions des archives contemporaines, ISBN : 9782813004901, doi : 10.17184/eac.9782813004901

1.6 Former les ICNA à la prise de décision en situation « *dégradée* » et/ou « *inhabituelle* »

La régulation du trafic aérien (ATM) exige une formation sophistiquée et actualisée qui repose sur la capitalisation d'études de cas contextualisée enrichie par l'exploitation -jamais aboutie- des retours d'expérience (Dutoit, 2018). Plusieurs modèles d'aide à la décision multi-critériée permettent de recueillir un maximum d'informations sur les données manipulées au regard des décisions effectives et de leurs effets encourus/obtenus : l'enjeu est d'accéder à la « *conscience de la situation* » (Annebicque, 2020, p. 51-59) qui autorise la prise de décision « *intuitive* » pour la gestion des événements inattendus (Earl et Sheffield, 2020). Cette compétence s'appuie sur des « *connaissances tacites* » permettant de dépasser l'ambiguïté et la complexité :

> La surprise est une réponse émotionnelle et cognitive aux événements imprévus qui sont difficiles à expliquer, comme par exemple une panne technique subtile ou les surprises d'automatisation déroutantes. La surprise peut nuire aux capacités de dépannage de l'équipage (*ibid.*, 2020, p. 23).
>
> C'est juste une question de savoir comment créer du temps et de libérer votre esprit [des informations inutiles] (Capt. Crespigney, *ibid.*, p. 23).

La question est donc de savoir comment transformer un problème en opportunité en s'appuyant sur la créativité plus que sur la déploration de ce qui est perdu ou manquant. L'idée est donc d'exposer les personnels à des situations extrêmes simulées pour leur apprendre à dépasser la difficulté. De même, le passage du mode pilotage automatique au pilotage manuel peut provoquer une situation de « *perte d'adhérence* » au protocole, source d'erreur pour le pilote. Ce travail sur le *facteur humain* dans la prise de décision en contexte surprenant va alors concerner la reconnaissance de configurations de situations similaires mémorisées à la situation présente : c'est l'attribution du sens à un problème qui oriente le jugement dans la prise de décision, soit la compétence à interpréter pour mobiliser des connaissances en actes.

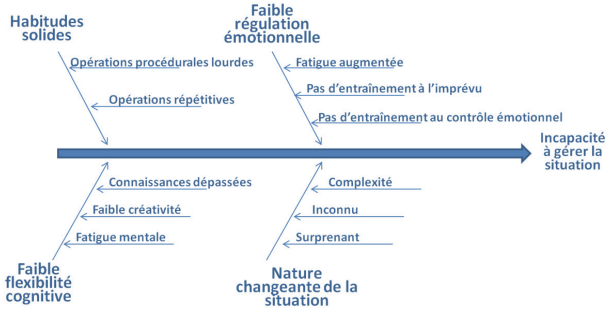


Fig. 6 : La contribution du facteur humain aux accidents dans la dernière décennie (traduit de Mohrmann et Stoop, 2020, p. 8)

En élaborant un répertoire de modèles basés sur l'expérience, vécue et/ou simulée, le professionnel apprend à développer un self-contrôle par la métacognition.

Published in : N. WALLIAN, M.-P. POGGI et G. LEFER SAUVAGE (Eds.), *Les savoirs de l'extrême. Médiation-appropriation en contextes*, Editions des archives contemporaines, ISBN : 9782813004901, doi : 10.17184/eac.9782813004901

En partant du principe de capitalisation des savoir-faire et des gestes professionnels en situation de travail (simulée ou réelle) (Le Bellu, 2011), la formation des ICNA repose sur une aide numérique simulée au plus près du réel et mise à profit au sein de la communauté des pratiques.

> Une situation *inhabituelle* correspond à tout événement se produisant à l'interface entre le monde extérieur et l'avion. C'est par exemple la présence d'un drone, de feux d'artifices, d'éclairages sur une piste en maintenance, d'invasions d'insectes ou de vols d'oiseaux migrateurs (voir le film *Sully* réalisé par Eastwood en 2016 retraçant le cas d'amerrissage forcé du vol US Airway 1549 sur le fleuve Hudson le 15 janvier 2009), de militaires en manœuvre etc.). Dans ces conditions, la trajectoire de l'avion est affectée selon l'événement, l'heure, les paramètres de vol, les conditions météorologiques : les prévisions d'écarts décisionnels sont alors modélisées moyennant une part d'incertitude.
>
> Dans le cas du vol US1549 où la situation passe d'inhabituelle à dégradée, l'expertise du pilote Sullenberger sera testée/validée par les simulateurs de vol qui, considérant les données ACARS [*Aircraft Communication Addressing and Reporting System*] du vol (2800 pieds d'altitude, moteurs désactivés), valident récursivement le « *facteur humain* » comme salutaire dans la prise de décision.
>
> Une situation *dégradée* correspond à un travail avec perte d'instruments. C'est le cas par exemple d'une altération du VOR VHF [*Omnidirectional Radio Range*], moyen de radio-navigation radioélectrique, qui va obliger le travail en procédure de navigation satellite (si avion équipé, sinon déroutage). De même en cas de problème hydraulique, lequel empêche le déploiement des ailes et du train d'atterrissage. Il est à noter que tout instrument ou un système dans un avion est conçu pour subir moins d'une panne par milliard d'heure d'utilisation : la question est alors « *les pilotes peuvent-ils ignorer une panne pour éviter un déroutement ou un atterrissage d'urgence ?* ».

En séparant la décision de l'action pour considérer que celle-ci n'est pas déterministe (Annebicque, 2020, p. 102), le système d'outils d'aide « *ne gère plus ce qui est indéterminé, variable ou imprévisible* » mais sert à identifier la présence -ou non- d'un conflit pour fiabiliser les situations et en faciliter leur maîtrise :

> La préparation professionnelle initiale des ICNA passe ainsi de la simulation par EAO (SCANSIM ; ELECTRA ; ESCAPE…) de données de vol sur des postes reproduits à l'identique (voir bloc simulateurs ATC de tour de contrôle à l'ENAC, 2000 m2). Confronté à des situations de contrôle, l'élève-ingénieur aborde méthodiquement les différentes situations de travail (phraséologie, intégration des données d'un vol, détection et résolution de conflit, tenue de *strip* en environnement *strip papier* ou manipulation IHM en environnement *stripless*) avec le logiciel CBTDyn dédié. Le logiciel

Published in : N. WALLIAN, M.-P. POGGI et G. LEFER SAUVAGE (Eds.), *Les savoirs de l'extrême. Médiation-appropriation en contextes*, Editions des archives contemporaines, ISBN : 9782813004901, doi : 10.17184/eac.9782813004901

> ENA aborde les exercices de pratique du guidage Radar : Interception ILS, séquencement et pré-séquencement, résolution de conflits. Enfin, SCAN-SIM est un logiciel de simulation de contrôle aérien sur tour de contrôle virtuelle.

En matière de formation continue, quatre procédés sont simultanément engagés en alternance.

> Le *contrôle* (mobilisant connaissances et compétences) consiste à travailler sur l'interface monde extérieur/opérateur à partir de cours théoriques et de simulations de cas. La *qualité service* s'intéresse à l'approfondissement d'événements pour la résolution de conflits. La *subdivision Etudes* cherche l'ajustement des comportements au regard de l'actualisation des systèmes de contrôle, comme par exemple le système satellitaire de météorologie ADSS [Automatic Data Surveillance Broadcast]. Le pôle *technique* questionne par spécialité (radio, radionavigation, téléphonie) l'ingénieur électronicien du service d'exploitation.

En circulant dans ces différents procédés d'intervention, l'élève-ingénieur déploie une vision globale et systémique du processus de contrôle aérien. C'est d'ailleurs ainsi qu'il fonctionnera en situation réelle : l'ensemble des personnels (ICNA, service d'exploitation, techniciens) se réunit une fois par semaine pour partager les expériences et traiter les difficultés rencontrées. Ce moment institutionnel d'échanges permet de lever les implicites et les mécompréhensions tout en suspendant le jugement pour ne questionner que l'interprétation croisée des situations inhabituelles et/ou de conflit. De même, le suivi médical est renforcé périodiquement et la licence professionnelle de contrôle remise en évaluation tous les 3 ans aux fins de 1) vérifier l'opérationnalité de l'agent au fil de la carrière et de 2) rafraîchir ses connaissances et compétences en contexte simulé pour capitaliser des savoirs extraits de nouveaux précédents. Ce coûteux système de formation coopérative par EAO autorise en permanence l'actualisation des compétences selon les évolutions inévitables du métier : la prochaine évolution engagée début 2024 pour moderniser le système de trafic aérien (ATM) dans les centres en-route (CRNA) concerne l'introduction du système intégré 4-FLIGHT, lequel constitue un saut technologique avancé.

Le détour par l'analyse des conditions d'exercice des professionnels ICNA met en évidence la complexité des processus engagés dans la formation à la prise de décision pour la régulation réglée et gérée du trafic aérien. Le pari audacieux qui suit -et que nous assumons à des fins heuristiques- vise à établir un parallèle contrastif avec cet autre métier de l'extrême qu'est celui d'enseignant. En effet, si les *crashs de classe* existent bel et bien, la question est de savoir comment ce risque symbolique -mais pas que- est contenu tant par la gestion de classe que par le traitement didactique de l'activité d'apprentissage. Considérons qu'un crash de classe en situation critique (inhabituelle ou dégradée) consiste en une *perte de contrôle* de sa gestion comme de l'apprentissage des élèves.

Published in : N. WALLIAN, M.-P. POGGI et G. LEFER SAUVAGE (Eds.), *Les savoirs de l'extrême. Médiation-appropriation en contextes*, Editions des archives contemporaines, ISBN : 9782813004901, doi : 10.17184/eac.9782813004901

2 Métier d'enseignant et rapport à l'extrêmophilie : étude contrastive

L'objet de cette partie est de questionner le métier d'enseignant du point de vue de son *régime de fonctionnement* (Pastré *et al.*, 2006) et des modèles possibles de formation des maîtres en travaillant par contraste celui des ICNA. Loin de comparer ces deux métiers aux risques objectifs et symboliques éloignés, l'idée est d'inspirer le champ éducatif par la distance et la variation engendrées par l'effet de contraste, faisant de la sorte ressortir l'un ou l'autre des aspects pris pour eux-mêmes. Considérant que ces deux professions sont incomparables, l'enjeu n'est donc pas d'extraire les points communs/différences mais bien de questionner les allants de soi de chaque profession, les manières de penser l'efficacité et d'ouvrir des pistes pour la formation des enseignants. Après avoir questionné les modèles de formation des enseignants dans leur rapport à la gestion de l'incertitude en classe, nous allons voir comment le chercheur en éducation tente de saisir l'extrême au cœur des pratiques pour comprendre ce qui fait l'extrémophilie d'un *crash de classe*.

2.1 Au cœur des modèles de formation enseignante, un tabou préjudiciable

Plusieurs modèles de formation initiale des enseignants se succèdent et se juxtaposent au cours du XX^{e} siècle : les changements de dénomination des instances chargées de cette formation (écoles normales d'instituteurs, IUFM, ESPE, INSPE) jalonnent les étapes de transformation des modèles successifs pris pour référence. Souvent définis *a contrario* les uns des autres au motif qu'une réforme doit effacer les formes antérieures, ces modèles préfigurent et expliquent la criticité contemporaine de l'*enseigner pour faire apprendre* parce que paradoxalement -et systématiquement-, ils *évacuent l'extrême* dans les modèles de formation des maîtres. C'est ce silence obstiné -ce tabou ?- à l'adresse de l'imprédictibilité de toute situation de classe qui, à notre sens, fonde le déficit d'adaptabilité du système de formation des enseignants en France. Nous nous livrons ici à une archéologie des savoirs épistémologiques du maître sachant que d'autres professions, comme la médecine, questionnent également leurs modèles actuels de formation aux plans épistémologiques et paradigmatiques, notamment à travers l'étude de cas comme outil de développement professionnel.

Le premier modèle (ENI) repose sur le *compagnonnage* fondé sur le principe de transfert des compétences de l'expert vers le formé. Meurger (2016) montre que trois méthodes de formation servent au maître-artisan pour former un apprenti : *« la dialectique des questions et réponses, l'observation et la rétroaction médiée et enfin l'interaction à l'initiative du formateur »*. Très pyramidal et descendant, ce compagnonnage érige la « *bonne* » pratique experte en modèle de référence et en prêt-à-penser. Etape par étape, la répétition et la correction de la pratique sont engagées lors des visites d'inspection ou de formation-conseil. En inscrivant le compagnon dans une communauté au sein de laquelle il circule (voir le tour de France des mutations de fonctionnaire et le système de mentorat), il imprime un important sens des valeurs et de l'appartenance à la corporation. Dans ce modèle, l'expert-mentor fait apprendre par la mise en situation du novice, lequel est placé en infériorité au motif d'ignorance. Cette inféodation ne l'amène à s'émanciper qu'à la faveur d'un rite initiatique ou

Published in : N. WALLIAN, M.-P. POGGI et G. LEFER SAUVAGE (Eds.), *Les savoirs de l'extrême. Médiation-appropriation en contextes*, Editions des archives contemporaines, ISBN : 9782813004901, doi : 10.17184/eac.9782813004901

d'une épreuve, la leçon modèle, laquelle signe du sceau du maître son appartenance à l'école de formation. Descendant des Hussards Noirs (Goisset, 2022), l'initié perpétue ainsi la tradition professionnelle des valeurs républicaines, humanistes et encyclopédiques. Pour autant, en portant la marque de fabrique de son ENI, l'instituteur ne peut qu'en porter les marques locales et situées de la formation dont il est issu : sa mutation départementale renforce -et valide- alors le localisme de ses savoirs.

Ce modèle s'ouvre ensuite progressivement aux savoirs universitaires décontextualisés (via l'élévation du niveau d'études académiques) : le couplage disciplinaire avec des savoirs théoriques *appliqués* en classe s'appuie sur l'alternance structurée de stages d'observation puis en responsabilité. Ce second modèle revisite l'alternance théorie/-pratique dans une perspective applicationniste prescriptive ; les classes sont le lieu d'application des cours théoriques qui édictent les préceptes de la « *bonne* » pratique formalisée sous forme de règles et de lois génériques :

> La *Classe d'Application* annexée aux ENI d'après 1981 constitue à cet effet le terrain d'application et d'observation des pratiques érigées en modèle, lesquelles sont portées par des maîtres experts titulaires d'un CAFIPEMF (Certificat d'Aptitude aux Fonctions d'Instituteur ou de Professeur des Écoles Maître Formateur) ou du CAFIMF (Certificat d'Aptitude aux Fonctions d'Instituteur Maître-Formateur).

Ce modèle prend en charge à l'extrême la *dimension planificatrice* anticipative qui vise à réduire tout écart entre le prévu et le réalisé en vue d'une correction immédiate (Tochon, 1989a, 1993 ; Tardif et Gauthier, 1996) : il peut prendre la forme d'un ordonnographe (de Montmollin, 1961) inspiré de l'enseignement programmé, compliquant d'autant les écrits professionnels de la fameuse « *fiche de préparation* ». En fonctionnant à la manière d'un système thermodynamique fermé, cet enseignement supposé rationnel (Tardif et Gauthier, 1996) repose sur un principe de régulation peu compatible avec l'improvisation, même planifiée (Borko et Linvingston, 1989 ; Tochon, 1989b, 1989c, 1990, 1991, 1993 ; Barbier, 1991), laquelle est considérée comme un marqueur réservé à l'expertise (Housner et Griffey, 1983) : tout stagiaire qui parvient à réaliser sa fiche de préparation « *comme du papier à musique* » est titularisé. Inspiré par la cybernétique, l'algorithme décisionnel du professionnel rationnel est finement restitué dans les fiches de préparation aux fins d'identifier les zones d'incertitude et d'hésitations mais également les routines de fonctionnement (Yinger, 1979). La réalisation du prévisionnel devient alors la règle de l'art et le critère de maîtrise : c'est d'ailleurs le critère d'excellence retenu lors des visites d'inspection (Poggi *et al.*, 2006).

Le troisième modèle, *systémique et interactionniste*, prend ensuite en charge la réflexivité du praticien en tant que principe d'action -et récursivement d'auto-construction- (Schön, 1983). En extrayant des savoirs de la pratique par un dialogue avec la situation, l'enseignant se forme en se distanciant de sa pratique aux fins d'analyser *l'espace du problème* de classe qui s'offre à lui : récursivement, de la qualité de cette lecture dépendront la prise de décision dans le cours de l'action et l'extraction de savoirs dans/par l'action. L'enjeu de ce modèle du *praticien réflexif* est de réconcilier le rapport non hiérarchique et non applicationniste des savoirs pratiques et théoriques

Published in : N. WALLIAN, M.-P. POGGI et G. LEFER SAUVAGE (Eds.), *Les savoirs de l'extrême. Médiation-appropriation en contextes*, Editions des archives contemporaines, ISBN : 9782813004901, doi : 10.17184/eac.9782813004901

tout en érigeant en modèle l'expérience formalisée par la posture réflexive (Roth *et al.*, 2006). Il est renforcé par les travaux de la didactique professionnelle émergente qui met en évidence les savoirs cachés au cœur de la pratique ainsi que le rôle de la posture réflexive dans l'extraction de ces savoirs (Pastré, 2011 ; Avenier et Schmitt, 2007 ; Barbier, 2021). Cette réhabilitation des savoirs extraits de la pratique permet un distinguo entre expertise et expérience, autorisant de la sorte l'émergence d'une posture auto-constructive donc à terme évolutive tout au long de la carrière.

Un quatrième modèle tente de concilier les dilemmes et tensions du métier en mettant l'accent sur la spéculation des intentions didactiques au regard des effets projetés/observés (Lantheaume et Hélou, 2008). En allouant du poids tant au contexte qu'aux motifs et mobiles de la prise de décision, l'enjeu de formation consiste à doter le professionnel d'une *rationalité limitée, située,* même *contrariée.* Celle-ci permet de rendre compte des tensions internes qu'il vit pour s'ajuster aux normes par une improvisation « *floue* » (Erickson, 1982 ; Bucheton, 2009). Ce travail sur les intentions permet également d'identifier d'éventuelles « *pertes de sens* » de l'activité, lesquelles confinent aux stratégies de désengagement professionnel, à la *closure* opérative (Falzon, 2013) voire à la souffrance au travail (Périlleux, 2023).

Enfin, la dimension dialogique de la situation d'enseignement-apprentissage est explorée en interactionnisme discursif à travers les concepts d'action conjointe, de sémiose entre enseignant et apprenant et de circulation des savoirs au cœur d'une communauté de pratiques (Vygotski, 2002) : en considérant que l'étude des signes présents dans la situation autorise une *herméneutique de l'action* (Wallian et Chang, 2006, 2012), ce courant alloue une primauté à la lecture interprétative des situations en contexte et des intentions en actes. En postulant le dialogisme dans la situation de médiation-appropriation de savoirs (Bakhtine, 1978 ; Todorov, 1981 ; Clark et Holquist, 1984 ; Bronckart et Bota, 2011), le cercle d'ajustement « *conjoint* » de l'action enseignante (Sensevy et Mercier, 2007) prend en charge la dimension anthropologique située de son activité. Considérant que l'action conjointe exige un ajustement mutuel fondé sur une sémiose de l'activité en contexte (Le Paven, 2023), ce courant assigne à la lecture des signes et à l'herméneutique de l'action une place prépondérante. Dans ces conditions, c'est le rapport à l'altérité qui, récursivement, engage le sujet dans un questionnement sur soi. La didactique clinique ouvre justement cette voie au « *déjà-là* » du sujet.

2.2 La voie clinique en didactique : quelle rencontre de *soi comme un autre* ?

Afin de questionner son rapport au savoir et à autrui, la didactique clinique prend en charge le « *déjà-là* » du sujet enseignant comme apprenant : un sujet singulier, assujetti et divisé (Carnus, 2009), un sujet pris dans le didactique qui se débat dans un triple rapport : (1) au savoir enjeu de la transmission- appropriation (2) à l'institution qui lui prescrit une mission et lui assigne un statut et des fonctions et (3) à l'épreuve interactive qui le convoque dans la contingence des événements. Le déjà-là renvoie à une part latente et influente de l'histoire du sujet qui agit comme un « *filtre de l'action didactique* » (Loizon, 2009). Identifié à l'origine comme un des déterminants du processus décisionnel de l'enseignant (Carnus, 2001), ce « *déjà-là décisionnel* » se décompose en trois dimensions *conceptuelle, intentionnelle et expérientielle :* il révèle

Published in : N. WALLIAN, M.-P. POGGI et G. LEFER SAUVAGE (Eds.), *Les savoirs de l'extrême. Médiation-appropriation en contextes*, Editions des archives contemporaines, ISBN : 9782813004901, doi : 10.17184/eac.9782813004901

la complexité et la multiplicité des influences internes possibles lors de la prise de décision au moment de l'épreuve de l'interaction (Carnus et Terrisse, 2013).

Ainsi, quand la recherche en didactique s'empare de *l'énigme du sujet*, elle donne accès à une autre lecture de l'analyse des phénomènes didactiques et ouvre des perspectives heuristiques pour la formation des professionnels de l'enseignement, de l'éducation et de la formation. En effet, de nombreux acteurs du système scolaire s'interrogent aujourd'hui sur la formation initiale et continue des enseignants en voie de refonte plus ou moins profonde en France. Certains pensent que le compagnonnage devrait constituer l'essentiel du cursus de professionnalisation des maîtres. D'autres sont convaincus qu'un savoir théorique et/ou pragmatique apporte plus sûrement les contenus et repères indispensables. Entre imitation de pratiques et acquisition de savoirs et de savoirs faire rationnels, la didactique clinique permet d'entrevoir une tierce voie non exclusive des autres ci-dessus mentionnées : celle de préparer les enseignants ou futurs enseignants à une rencontre avec soi-même afin de les aider à affronter les inéluctables tensions entre sphères privée et publique (Métoudi, 2013).

L'accès au déjà-là se fait au moyen d'entretiens semi-directifs dans lesquels le chercheur habite une posture clinique qui lui permet d'accueillir et de recueillir la parole du sujet :

> Dans le récit transparaissent les principaux ressorts du travail analytique : la symétrie des questionnements (« *qu'est-ce que je fais ici, dans cette consultation ?* »), la sensibilité intensifiée de ceux qui ont fait l'expérience de la vulnérabilité, l'attention portée à la manière dont a opéré le transfert (côté analyste et côté patient), les précautions prises dans la manière de déplier l'étoffe historique de la situation vécue au présent, l'écoute attentive au langage, aux mots de chacun, mais aussi à la parole du sujet au-delà des mots, de l'explicite du discours, ces autres formes de communication qui passent par l'acte ou par l'éprouvé, le dégagement des effets de capture dans du « *déjà entendu* » ou du « *déjà pensé* » dans des cadres théoriques disponibles… (Périlleux, 2023, p. 11).

Le détour mené en épistémologie de la formation enseignante permet de mieux comprendre le mille-feuille complexe qui superpose présentement les modèles théoriques et pratiques de la formation. Cette superposition présente la constante suivante : l'incertitude du métier est tue au motif qu'elle constitue tant la valeur limite que la disqualification du professionnel expert. Or si c'est le « *consentement à l'écart* » (à la norme) qui fait l'expertise de l'ICNA, serait-il néanmoins possible d'envisager un changement de paradigme pour la formation enseignante, soit en l'éclairant sous le prisme de cette culture du risque et de l'extrêmophilie ? Si la profession enseignante fait l'objet de menaces (objectives/subjectives) et d'atteintes symboliques comme physiques qui le mettent en danger au quotidien, comment penser ce métier comme l'exercice d'une professionnalité en milieu extrêmophile ? Comment explorer le caractère extrême du métier d'enseignant ? Voyons à présent différentes méthodes d'exploration de l'extrême en éducation.

Published in : N. WALLIAN, M.-P. POGGI et G. LEFER SAUVAGE (Eds.), *Les savoirs de l'extrême. Médiation-appropriation en contextes*, Editions des archives contemporaines, ISBN : 9782813004901, doi : 10.17184/eac.9782813004901

2.3 Saisir l'extrême : la Méthode. Incident critique, événement remarquable, instant décisif

Jusqu'à présent, dans chaque modèle de formation de la profession enseignante, tout cas de dysfonctionnement de classe fait l'objet d'une saisie en vue d'une réduction : il s'agit de « *corriger* » l'erreur de gestion de classe et/ou de guidance des apprentissages. Leplat (1964, p. 826) envisage la méthode des incidents critiques (IC) en référence à la grille comportementale adaptée de Flanagan (1954) à propos de « *tout événement imprévu qui survient en cours de fonctionnement du système* ». Il s'agit de former le professionnel au diagnostic à partir de faits critiques observés -les incidents- en vue de formuler des préconisations : l'idée est d'*apprendre des erreurs*. Ainsi, la survenue d'événements fortuits obligeant l'enseignant à modifier le cours de l'action débouche sur une reprise des IC (Flanagan, 1954 ; Leplat, 1964 ; Fortin, 1988 ; Amade-Escot, 1998) à des fins formatrices. Récursivement, ces IC sont considérés comme des indicateurs de maîtrise de la classe et du déroulé des apprentissages : ils constituent un marqueur d'expertise car ils permettent de dire si le sujet convient ou non à la tâche et si la tâche convient ou non au sujet.

C'est donc en appréhendant le fonctionnement (a)normal que le formateur va apprendre au stagiaire à normaliser le cours des choses, aux frontières du normé et du critique (Canguilhem, 1966). Mieux : l'identification de signes annonciateurs d'un désordre va permettre de prévoir et de corriger une trajectoire potentiellement défaillante selon la propension des choses (Jullien, 1992, 1996) aux fins d'agir sur le réel de la classe, dès les prémisses avant-coureurs du désordre. La méthode de formation par les incidents critiques permet également un *retour sur* l'expérience et nécessite la collecte de traces d'activité, ce qui est désormais totalement accessible avec les techniques d'enregistrement disponibles.

Pour autant, la question des modalités de collecte et du traitement des données transcrites pose question en ce que la méthodologie d'analyse demeure généralement assez sommaire et/ou gardée sous silence dans les publications : les manières dont le corpus est cueilli, transcrit et viabilisé pour être traité relèvent à ce point d'un allant de soi qu'elles sont même peu -ou pas- explicitées. Tout se passe comme si le *dire* correspondait au *faire* et que le chercheur s'en satisfasse. Or les théories du langage orientent et filtrent l'interprétation du chercheur du moment de la collecte des données jusqu'à l'interprétation de tout corpus textuel transcrit. En passant de l'étude du comportement observé à celle de l'intention présidant à l'action, la restitution prend en charge tant le caractère manifeste que les motifs et mobiles de l'agir professionnel : l'étude du texte en relation au co-texte et au contexte (Portine, 2017) exige des sauts interprétatifs conséquents et risqués.

La grille d'observation systématique de Flanders est un outil permettant de croiser les faits observés avec les filtres de l'analyse conversationnelle, de la rhétorique argumentative et de l'analyse de contenu des échanges. Voici un exemple sommaire de traitement de première génération (basé de façon positiviste sur des indicateurs strictement observables) en analyse de la pratique :

Published in : N. WALLIAN, M.-P. POGGI et G. LEFER SAUVAGE (Eds.), *Les savoirs de l'extrême. Médiation-appropriation en contextes*, Editions des archives contemporaines, ISBN : 9782813004901, doi : 10.17184/eac.9782813004901

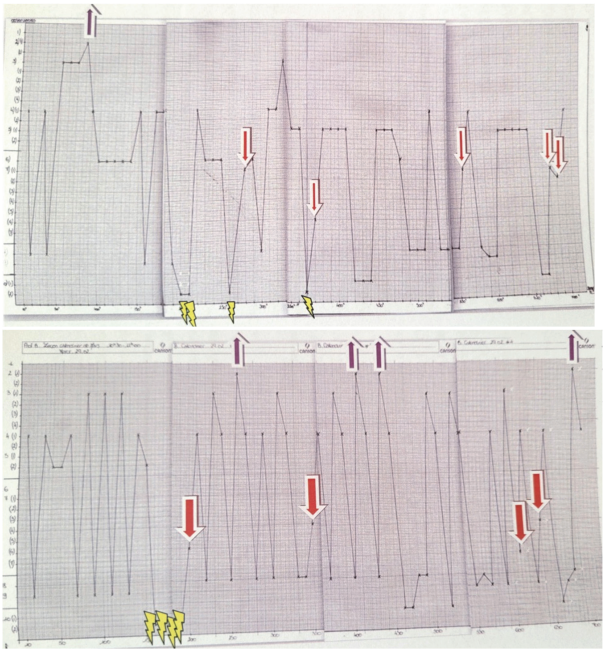


FIG. 7 : Chronographe d'une grille de Flanders et incidents critiques selon deux régimes d'une même classe

La liste des items -et le point de vue- retenus pour l'observation systématique sont définis *a priori* selon la question de recherche. Le principe consiste à répertorier à intervalles réguliers (20 ou 30 secondes) les descripteurs observables survenant dans le cours de l'action puis d'extraire des régularités et des proportionnalités selon l'apparition des *faits de classe*. La comparaison entre les scénarii prévus/réalisés et l'identification des imprévus de gestion de classe permettent de repérer des signes avant-coureurs d'un incident (critique) à venir.

Le croisement du point de vue externaliste avec le point de vue de l'enseignant (ex : intentions didactiques *ante/post*, écrits professionnels, menée de classe…) et des élèves (ex : suivi comportemental de cas d'élèves, productions, interactions langagières, focus group sur les acquis, évaluations…) permet ensuite d'accéder à une volumétrie plus fine des *événements de classe*. Elle permet notamment de décrire et d'interpréter la manière dont les protagonistes de la relation éducative négocient et co-ajustent leurs stratégies pour faire circuler les savoirs mis à l'étude. L'interprétation de l'IC se fait à partir des règles relatives au fonctionnement du système considéré et apprises par l'apprentissage : elle peut se faire de manière séquentielle dans la chaîne de programmation mais également par la priorisation des signaux utiles pour agir.

En second lieu, l'étude des *événements remarquables* (ER) (Schubauer-Leoni et Leutenegger, 2002a, 2022b ; Leutenegger, 2000, 2003) autorise une focale sur un cas qui met en jeu un faisceau d'indices à interpréter dans un intervalle de temps borné. Dans cette approche, la lecture interprétative des interactions langagières (non/ verbales)

Published in : N. WALLIAN, M.-P. POGGI et G. LEFER SAUVAGE (Eds.), *Les savoirs de l'extrême. Médiation-appropriation en contextes*, Editions des archives contemporaines, ISBN : 9782813004901, doi : 10.17184/eac.9782813004901

se fonde en analyse de contenu (Bardin, 1977) et en analyse *du* discours (Charaudeau et Maingueneau, 2002), laissant une place aux silences, aux malentendus et aux mé-compréhensions interprétés en contexte et en rapport de places. L'identification et le bornage des ER peut mettre une focale sur un processus marquant qui mérite un arrêt et une analyse : cela peut concerner une interaction fructueuse entre élèves (ex : une reformulation amenant la circulation du savoir) et/ou entre enseignant et classe (ex : une levée de représentation-obstacle). L'ER amène alors une micro-analyse d'éclats de corpus langagier qui autorise l'étude des processus interactifs en jeu dans la médiation-appropriation des savoirs.

Enfin, l'analyse en photographie d'un *instant décisif* (ID) (Cartier-Bresson, 1952) consiste à suspendre le cours de l'action pour s'arrêter sur une fraction temporelle qui capte et condense l'ensemble du processus pour le porter à penser et à comprendre : « *il faut de la spontanéité, être au cœur de l'action et synchrone avec les événements* ». En éducation, l'enjeu consiste à révéler une rupture, un mouvement ou une évolution du processus en cours dans la classe, au cœur de l'événement. En saisissant « *à la sauvette* » cette seconde suspendue qui cristallise la dynamique en cours pour l'extraire du flux des images, le chercheur peut accéder à une interprétation majeure qui oriente et renseigne son questionnement. Cet ID apporte alors des réponses aux attentes portées par la lecture de l'image. Toute la difficulté consiste à se placer au point décisif d'où va être consigné cet ID. Un peu à la manière de l'analyseur de mouvement humain qui procède à un arrêt sur image instantané pour lire et spéculer sur l'issue probable de l'action en cours, le chercheur va arrêter le fil des événements pour se focaliser sur un micro-événement marquant qui oriente la suite des événements et les détermine. Cette compétence à lire le cours de l'action signe alors son expertise interprétative de haut niveau, laquelle consiste en fait à « *trouver le rythme* » au cœur de l'événement, ici le fait de classe. Pour être décisif, pour faire la différence à capter le réel, cet instant choisi doit prendre en charge un point de vue mais également refléter l'état d'esprit de l'observateur. L'ID émerge donc des attentes qu'il formule à l'adresse du fait de classe. Ainsi toute collecte de traces n'est-elle que le reflet d'une option assumée, voire d'un parti pris engagé par la question de recherche.

Pour saisir l'extrême, le chercheur dispose donc de plusieurs méthodes dont celle des IC, des ER et des ID. Cette approche qui prend en charge ces différents grains temporels autorise la mise à distance par l'écart et la variation : c'est en modulant la focale du fait de classe qu'il s'autorise à extraire le sens dans le cours de l'action. De la pertinence de son regard vont émerger les significations plausibles et saillantes, notamment dans le cas d'un crash de classe, c'est-à-dire lors de la perte de contrôle de sa gestion et des apprentissages. C'est alors que le professionnel va s'entourer de procédures visant à juguler l'extrêmophilie d'une conduite de classe en privilégiant la sécurité réglée plus que gérée.

2.4 « Se former à/par l'épreuve », un modèle de culture du risque en éducation ?

Les études en ergonomie du travail mettent en évidence le phénomène de « *closure opérative* » (Falzon, 2013) par lequel la baisse des compétences engendrée par la routinisation des procédures est bloquée pour l'engagement dans un environnement « *capacitant* » : c'est justement parce que le professionnel n'est pas considéré comme capable,

Published in : N. WALLIAN, M.-P. POGGI et G. LEFER SAUVAGE (Eds.), *Les savoirs de l'extrême. Médiation-appropriation en contextes*, Editions des archives contemporaines, ISBN : 9782813004901, doi : 10.17184/eac.9782813004901

seulement comme assujetti à des injonctions -parfois contradictoires voire délétère-, qu'il perd sa *capabilité* et son potentiel de développement professionnel (Sen, 2000). Ce concept renvoie à la modélisation des caractéristiques de l'environnement permettant le développement et l'apprentissage dans et par le travail (Vermersch et Weill-Fassina, 1985 ; Laot, 2007 ; Weill-Fassina, 2012 ; Villemin et Lémonie, 2014). A fortiori, Delgoulet et Vidal-Gomel (2013) considèrent que parmi les conditions défavorables au développement de compétences professionnelles figurent 1) les prescriptions et contraintes temporelles trop fortes tout comme 2) l'absence totale de prescriptions, génératrice d'insécurité professionnelle, et 3) la variation anarchique de prescriptions au gré des alea ou des changements de pilotage.

Pour autant, considérant avec Hölderlin (1967, p. 555) que « *là où croit le danger, croît aussi ce qui sauve* » -repris par Reeves (2013)-, certains enseignants expérimentés en fin de carrière entretiennent -ou restaurent- leur expertise par le délaissement de la zone de confort professionnelle pour aller à l'épreuve et s'éprouver à travers l'expérience du déséquilibre voire de l'échec. Cette population particulière d'enseignants en zone prioritaire est étudiée par Zambon (2023) dans le but de comprendre cette stratégie de rupture avec les formats traditionnels :

> [ces enseignants] se démarquent de l'aspect attendu des situations de travail et se détachent du caractère régulier du métier, tout en conservant les routines leur assurant une acceptabilité du risque et confortant un sentiment d'auto-efficacité. (*ibid.*, p. 22)

Ainsi, la plasticité exigée par le risque devient une « *ressource corrélative aux épreuves pour les enseignants de fin de carrière* » (*ibid.*, p. 22) : elle permet une prise en forme et une remise en forme du métier dans/par la saturation d'imprévus en situation ordinaire de classe. Si la *capabilité* (Sen, 2000) est la disposition à s'adapter par l'activation du potentiel de développement en contextes, alors l'élargissement du potentiel d'action de l'opérateur s'orientent vers l'efficacité et la santé au travail. En questionnant son expertise par la pratique du *tout terrain* (Genevois et Wallian, 2020), le professionnel engage un développement augmenté par l'épreuve du feu.

En théorisant le concept de « *consentement à l'épreuve* », Zambon (*op. cit.*, p. 24) met en évidence la richesse des situations inconfortables voire délétères, condition de « *l'éclosion de situations d'apprentissage originales* ». C'est donc en se mettant volontairement en danger symbolique et pédagogique que les experts de fin de carrière relancent leur réflexion sur leur expertise et l'enrichissent par l'affrontement à l'extrême et/ou à la variation. Tout se passe comme si les Réseaux d'éducation prioritaires (REP+) fonctionnaient selon le principe du « *tout ou rien* », à savoir comme une épreuve de vérité par laquelle l'intervention éducative « *se passe ou casse* » : bifurcation, rupture, conciliation et emprise caractérisent alors les maîtres-mots du processus de relance de soi *dans* et *par* l'épreuve de l'extrémophilie.

Published in : N. WALLIAN, M.-P. POGGI et G. LEFER SAUVAGE (Eds.), *Les savoirs de l'extrême. Médiation-appropriation en contextes*, Editions des archives contemporaines, ISBN : 9782813004901, doi : 10.17184/eac.9782813004901

3 Synthèse discussion et perspectives

3.1 *Lâcher prise* pour *agir ensemble*, au service des métiers de l'extrême

Si *expliquer n'est pas prédire* -et encore moins survivre à l'extrême-, il est nécessaire de questionner le rapport à l'incertain, tant dans la formation des ICNA que des enseignants. Nos postulats initiaux sont fondés sur les modélisations du chaos qui infiltrent et irriguent les mentalités au fil des avancées scientifiques : récursivement, ces avancées questionnent nos modes du penser l'incident majeur, l'événement critique et plus généralement tout extrême dans une situation. Celle-ci est alors placée sous le prisme de la décision alternative plus que sous celui du contrôle ou de la réduction d'incertitude. Qu'il s'agisse de la gestion de crash d'avions ou de classes, la dynamique complexe mise en œuvre pour décrire, interpréter et prendre des décisions demeure le fait d'une expertise qui *sait* -au sens développemental de la « *capabilité* » – *se satisfaire de* et *s'auto-construire dans* l'improvisation, à l'opposé du défaut de rigueur ou de la simplification réductrice.

L'étude contrastive des métiers de l'ICNA et du professeur sous le prisme de l'extrêmophilie situationnelle met en évidence l'existence de normes rigoureuses qui, loin de constituer des contraintes, constituent des ressources pour une prise de décision ajustée : c'est parce que le professionnel maîtrise les normes et règles du métier que la prise en charge de l'incident ou de l'extrême est rendue possible. Pour autant, elle n'en constitue que la condition nécessaire : c'est *in fine* le consentement à l'écart aux normes qui va, de façon suffisante, en autoriser le contrôle. En cela, le professionnel est amené à « *lâcher prise* » de ce qui fait son expertise pour aborder la complexité et l'urgence des situations avec ce qu'il est, un facteur humain déployant en cela une posture ingénieuse qui autorise l'écart assumé.

Le contraste engagé entre les deux professions montre que c'est parce que chaque métier cherche -et tente à tout instant- d'absorber les variations et l'incertaine propension d'incidents inévitables qu'il sait développer des capacités de résilience. C'est parce que les retours d'expérience des ICNA sont rendus *capacitaires* pour ce professionnel qu'ils accueillent et autorisent les mutations inévitables de l'expertise du risque.

3.2 Replacer le facteur humain dans l'extrêmophilie

La mise en contraste des professions de l'ICNA et de l'enseignant relève d'un pari osé et il convient d'en discuter l'intérêt et les prolongements. L'enjeu est ici d'augmenter l'interprétation classique de la gestion de la criticité des faits de classe pour questionner les modalités de formation possibles et porteuses. Si le métier d'enseignant est éclairable -et non comparable- à la faveur du détour par celui de l'ICNA, il reste que l'humain s'y engage avec des degrés de responsabilité radicalement disjoints. En effet, d'un côté le contrôleur aérien frôle l'incident à la faveur de savoirs et de compétences intensivement entraînés, actualisés et contextualisés, de l'autre l'enseignant jugule l'incertitude par une hyper-planification visant à réduire l'incertitude. Est-il possible de penser la formation aux événements de classe autrement que sur le mode de l'extrêmophilie ?

Published in : N. WALLIAN, M.-P. POGGI et G. LEFER SAUVAGE (Eds.), *Les savoirs de l'extrême. Médiation-appropriation en contextes*, Editions des archives contemporaines, ISBN : 9782813004901, doi : 10.17184/eac.9782813004901

La première étape nous semble être celle de l'*étude de cas* sur vidéoscopie en présence croisée d'expertises variées (pair, expert, inspecteur, formateur, institutionnel). Du dialogue entre pertinences peut émerger la complexité de la situation en contexte. En second lieu, la *simulation de cas* au plus près du réel permettrait de systématiser les habitudes de pensée et d'action aux fins de 1) limiter le temps de réaction et de prise de décision, 2) éviter les errements classiques dans la quête de solution et 3) optimiser par un retour réflexif les produits de l'expérience.

En analysant à froid le *retour d'expérience* dans un collectif institué, le dialogue permettrait de croiser les pertinences et les points de vue pour augmenter les interprétations et spéculer ensemble sur les décisions et alternatives possibles. Enfin, une pratique courante du *débriefing* post-événement permettrait aux collectifs de travail de prendre en charge de façon partagée les événements indésirables ou mal vécus -généralement isolément- au cœur d'une classe. Pour ce faire, un *temps institutionnel* de concertation et de formation autoriserait l'auto-construction d'une profession enseignante qui peine à s'ajuster aux défis sociétaux auxquels les élèves la soumettent.

Ainsi, la relecture des modalités de formation des ICNA pourrait s'adapter au contexte scolaire moyennant la *réhabilitation du facteur humain* dans l'analyse des crashs de classe et la prise de décision dans ce milieu scolaire extrêmophile.

Conclusion. *Former au consentement à l'écart*

Aiguiller une classe comme un avion dans l'espace aérien reste une gageure. Si le crash de classe ne porte pas à conséquence vitale comme celui d'avion, il reste que la responsabilité pleine du professionnel amené à gérer l'incident est engagée. Nous avons montré que les modalités de formation et les régimes de fonctionnement du contrôleur aérien peuvent questionner la professionnalité enseignante en mettant en lumière tant le rapport à la norme que le consentement à l'écart. C'est parce que le professionnel dispose de compétences et de connaissances finement actualisées et systématiquement entraînées qu'il parvient à réduire le risque et à prendre en charge, de façon assumée, la variation extrême d'une trajectoire de classe comme d'un avion. Cette disposition à gérer le risque est éloignée du déni actuel qui veut qu'un fonctionnaire obéisse à des ordres -parfois contradictoires, quand il y en a- pour travailler efficacement et s'adapter. Loin de la normativité contraignante édictée par l'institution scolaire, la profession pourrait alors se doter de moyens -simulés ou non- d'enrichir l'expertise par la prise en charge collective des retours d'expérience, par un partage des interprétations à la frontière des normes et par une explicitation des façons de dire, de faire et de penser la présence au monde éducatif. Plus qu'une accumulation indéfinie de textes officiels et de préconisations institutionnelles en processus *top down*, lesquelles brident la prise de décision en situation critique de perte de contrôle, c'est donc la piste de la réhabilitation du facteur humain dans la gestion du risque en classe qui semble se profiler. En apportant des moyens augmentés de penser et d'interpréter la prise de décision plutôt qu'en fixant les normes rigides de son expression, ces modalités inédites de formation permettraient en *bottom up* de libérer le potentiel créateur et auto-constructif du métier, autorisant de la sorte la libre circulation des savoirs et le partage d'expériences au sein du collectif au travail. Dans ce milieu extrêmophile

Published in : N. WALLIAN, M.-P. POGGI et G. LEFER SAUVAGE (Eds.), *Les savoirs de l'extrême. Médiation-appropriation en contextes*, Editions des archives contemporaines, ISBN : 9782813004901, doi : 10.17184/eac.9782813004901

qu'est désormais devenu le secteur éducatif à la faveur des faits récents, il conviendra alors de repenser le lien qui noue la communauté éducative en allouant pleinement sa place au *consentement à l'écart* dans une sécurité doublement réglée et gérée.

Références

Amade-Escot, C. (1998). Evaluer l'activité didactique : intérêt de la méthode des incidents critiques didactiques. *Mesure & évaluation en éducation, 21(3),* 21-42.

Amalberti, R. (2001). The paradoxes of almost totally safe transportation systems. *Safety Science, 37*, 109-126.

Amalberti, R. (2003). La difficulté d'améliorer encore le niveau de sécurité. *Pilote de ligne, 38*, 17-19.

Amalberti, R. (2004). De la gestion des erreurs à la gestion des risques. Dans P. Falzon (dir.), *Ergonomie (p. 285-300)*. Presses Universitaires de France.

Annebicque, D. (2020). *Apport de l'aide à la décision à la coopération Homme-machine. Application au contrôle aérien.* [Thèse de doctorat en Automatique, génie informatique]. Université de Valenciennes et de Hainaut Cambrésis.

Astier, P. (2003). La fonction situante de l'activité. *Recherche et Formation, 42*, 87-98.

Avenier, M.-J. et Schmitt, C. (2007). *La construction de savoirs pour l'action.* L'Harmattan.

Bailly, B.-E. (2004). *Conscience de la situation des conducteurs : aspects fondamentaux, méthodes et application pour la formation des conducteurs.* [Thèse de doctorat en psychologie cognitive]. Université Lumière, Lyon 2, Institut de psychologie.

Bakhtine, M. (1978). *Esthétique et théorie du roman.* Gallimard.

Barbier, J.-M. (1991). *Elaboration de projet et planification.* Presses Universitaires de France.

Barbier J.-M. (2017). *Vocabulaire d'analyse des activités. Penser les conceptualisations ordinaires.* Presses Universitaires de France.

Barbier, J.-M. (2021). Théorie de l'activité et construction des sujets en activité. *Dans M.-A.* Dujarier, A. Gillet et P. Lénel (dir.), *L'activité en théories : regards croisés sur le travail, tome 2* (p. 241-279). Octarès.

Bardin, L. (1977). *L'analyse de contenu.* PUF.

Barnier, L.-M. (1999). Personnel navigant commercial, d'un savoir intuitif à un savoir d'expertise. *Formation Emploi, 67,* 25-46.

Bisschop de, H., Flandin, S. et Guérin, J. (2022). Encadrer en environnements extrêmes : une étude de la part inobservable de l'activité d'élèves-officiers lors de stages d'aguerrissement. *Le Travail Humain, 85(2),* 123-159.

Bisseret, A. (1995). *Représentation et décision experte. Psychologie cognitive de la décision chez les aiguilleurs du ciel.* Octarès.

Bisseret, A. (1970). Mémoire opérationnelle et structure de travail. *Bulletin de psychologie*, *XXIV*(5/6), 280-294.

Blanchard-Laville, C. et Fablet, D. (1996). *L'analyse des pratiques professionnelles.* L'Harmattan.

Broadbent, D.-E. (1958). *Perception and communication.* Pergamon Press.

Borko, H. et Livingston, C. (1989). Cognition and improvisation : Differences in mathematics instruction by expert and novice teachers. *American Educational Research Journal, 26(4)*, 473-498.

Bronckart, J.-P. et Bota, C. (2011). *Bakhtine démasqué. Histoire d'un menteur, d'une escroquerie et d'un délire collectif.* Droz.

Bucheton, D. (2009). *L'agir enseignant, des gestes professionnels ajustés.* Octarès.

Canguilhem, G. (1966). *Le normal et le pathologique.* PUF.

Carnus, M.-F. (2001). *Analyse didactique du processus décisionnel de l'enseignant d'EPS en gymnastique : étude de cas croisés.* [Thèse de doctorat]. Publiée aux Éditions Universitaires Européennes en 2018.

Published in : N. WALLIAN, M.-P. POGGI et G. LEFER SAUVAGE (Eds.), *Les savoirs de l'extrême. Médiation-appropriation en contextes*, Editions des archives contemporaines, ISBN : 9782813004901, doi : 10.17184/eac.9782813004901

Carnus, M.-F. (2009). *Pour une didactique clinique de l'EPS. Perspectives pour la formation des enseignants.* [Note de synthèse pour l'Habilitation à Diriger des Recherches]. Publiée aux Editions Universitaires Européennes en 2017.

Carnus, M.-F. et Terrisse, A. (2013). *Didactique clinique de l'EPS. Le sujet enseignant en question.* Revue EPS, Collection Recherche et formation.

Cartier-Bresson, H. (1952). *Images à la sauvette.* Verve.

Charaudeau, P. et Maingueneau, D. (2002). *Dictionnaire d'analyse du discours.* Seuil.

Clark, K. et Holquist, M. (1984). Les cercles de Bakhtine. *Esprit, 91-92*(7/8), 120-127.

Clot, Y. (2006). *La fonction psychologique du travail.* Presses Universitaires de France.

Cru, D. (1995). _Règles de métier, langue de métier : dimension symbolique au travail et démarche participative de prévention. Le cas du bâtiment et des travaux publics. [_Mémoire, EPHE]. Paris.

Cuny, X. (1969). Sémiologie et études ergonomiques des communications de travail. *Le Travail humain*, *32*(3-4), 177-198.

David, S. (2013). Air France Flight 447. Human factors Issues. In J.-P. Troadec (2013). History of the Air France Flight 447 Accident Investigation. *ISASI Forum "Air Safety Throught Investigation",* January-March.

Debernard, S. et Hoc, J.-M. (2003). Conception de la répartition dynamique d'activités entre opérateur humain et machine dans le contrôle de trafic aérien. Leçons tirées d'une collaboration pluridisciplinaire. *JESA, Analyse et commande des systèmes dynamiques, 37*(2), 187-212.

Delgoulet, C. et Vidal-Gomel, C. (2013). Le développement des compétences : une condition pour la construction de la santé et de la performance au travail. Dans P. Falzon (dir.), *Ergonomie constructive* (p. 19-32). PUF.

Dias, L.-C. et Tsoukiàs, A. (2004). On the constructive and other approaches in decision aiding, p. 13-28. In C.A. Hengeller Antunes, J. Figueira et J. Climaco (Eds.), Proceedings of the 56th meeting of the EURO MCDA working group. CCDRC, Coimbra.

Di Cioccio, A. (2012). *Articuler sécurité et performance : les décisions d'arbitrage dans le risque en aéronautique.* [Thèse de psychologie]. CNAM Paris.

Dutoit, M. (2018). *Apprendre d'une expérience rare.* L'Harmattan.

Earl, L. et Sheffield, J. (2020). The Paradox of Intuition : Training Pilots for Unexpected Events. *Journal of the International Society of Air Safety Investigators*, January-March.

Endsley, M.-R. (1988). *Design and evaluation for situation awareness enhancement.* Proceedings of the Human Factors Society 32nd Annual Meeting (vol. 1), p. 97-101. Santa Monica : Human Factors Society.

Erickson, E. (1982). Classroom discourse as improvisation : Relationships between academic task structure and social participation structure in lessons. In L. C. Wilkinson (dir.), *Communicating in the classroom* (p. 153-179). New York : Academic Press.

Falzon, P. (2013). *Ergonomie constructive.* PUF.

Flanagan, J.-C. (1954). The critical incident technique. *Psychological Bulletin, 51(4)*, 327-358.

Fortin, S. (1988). La technique des incidents critiques pour cerner l'efficacité des feed-backs de correction en danse moderne. *Revue des sciences de l'éducation, 14(3)*, 391-407.

Genevois, S. et Wallian, N. (2020). *Enseigner-apprendre en tous terrains : De la didactique contextuelle à la contextualisation du didactique.* Editions Archives Contemporaines.

Gibson, J.-J. (1979). *The ecological approach to visual perception.* Houghton-Mifflin.

Goisset, G. (2022). *Les hussards noirs de la République.* Le Pythagore Editions.

Hoc, J.-M. (2001). Towards a cognitive approach to human-machine cooperation in dynamic situations. *International Journal of Human-Computer Studies, 54*, 509-540.

Hölderlin, F. (1967). *Oeuvres.* Gallimard, Bibiothèque de la Pléiade.

Hollnagel, E. (2004). *Barriers and Accident Prevention.* Ashgate.

Hollnagel, E. et Woods, D.-D. (2005). *Joint Cognitive Systems : Foundations of Cognitive Systems Engineering.* CRC Press, Taylor & Francis.

Published in : N. WALLIAN, M.-P. POGGI et G. LEFER SAUVAGE (Eds.), *Les savoirs de l'extrême. Médiation-appropriation en contextes*, Editions des archives contemporaines, ISBN : 9782813004901, doi : 10.17184/eac.9782813004901

Hollnagel, E. et Woods, D.-D. (2006). Epilogue : Resilience Engineering precepts. In E., Hollnagel, DD., Woods et N., Leveson (éds.), *Resilience Engineering : Concepts and precepts*. Ashgate.

Hollnagel, E. (2009). *The ETTO Principle : Efficiency – Thoroughness Trade – Off. Why* Housner, L.-D. et Griffey, D.-C. (1983). *Teacher cognition : Differences in planning and interactive decision making between experienced and inexperienced teachers.* Article présenté au Congrès annuel de l'Association américaine de recherche en éducation (AERA). Montréal, Qc.

Jullien, F. (1992). *La propension des choses. Pour une histoire de l'efficacité en Chine*. Seuil.

Jullien, F. (1996). *Traité de l'efficacité*. Poche.

Lantheaume, F. et Hélou, C. (2008). *La souffrance des enseignants. Une sociologie pragmatique du travail enseignant.* PUF.

Laot, F.-F. (2007). Les thèses en formation d'adultes. *Savoirs, 2(14),* 123-124.

Le Bellu, S. (2011). Capitalisation des savoir-faire et des gestes professionnels dans le milieu industriel. Mise en place d'une aide numérique au compagnonnage métier dans le secteur de l'énergie. [Thèse de sciences cognitives de gestion]. Université de Bordeaux 2.

Le Moigne, J.-L. (2003). *Le constructivisme. Modéliser pour comprendre*. L'Harmattan.

Le Paven Jorno, M. (2023). *Vers une didactique des ajustements dans l'action conjointe. Contribution d'un parcours de recherche en théorie de l'action conjointe en didactique sur les pratiques corporelles, sportives et artistiques*. [HDR]. Université de Rennes 2.

La Porte, T.-R. et Consolini, P.-M. (1991). Working in Practice but not in Theory : Theoretical Challenges of High Reliability organizations. *Journal of Public administration Research and Theory*, 1, 19-47.

Leplat, J. (1964). Ergonomie et formation professionnelle. *Bulletin de psychologie, 17(228),* 823-830.

Leutenegger, F. (2000). Construction d'une « clinique » pour le didactique. Étude des phénomènes temporels de l'enseignement. *Recherches en didactique des mathématiques, 20(2)*, 209-250.

Leutenegger, F. (2003). Etude des interactions didactiques en classe de mathématiques : un prototype méthodologique. *Bulletin de psychologie, 56*(466), 556-571.

Loizon, D. (2009). Les filtres personnels dans l'action didactique. Dans A. Terrisse et M.-F. Carnus (dir.), *Didactique clinique de l'éducation physique et sportive (EPS). Quels enjeux de savoirs ?* (p. 83-100). De Boeck.

Magakian, J.-L. (2009). *Principes de la théorie de l'Activité*. Dans *Une perspective constructiviste des conversations stratégiques dans le processus d'idéation du dirigeant*. [Thèse de gestion]. Université Jean Moulin, Lyon 3.

Maggi, B. (2011). *Interpréter l'agir : un défi théorique*. PUF.

Martin, C. (2013). *La gestion de la charge mentale des contrôleurs aériens en-route : apports de l'eye-tracking dans le cadre du projet européen SESAR*. [Thèse de Doctorat en Ergonomie cognitive]. Université de Toulouse 2.

Métoudi, M. (2013). Préface. Dans M.-F. Carnus, M.-F. et A. Terrisse, *Didactique clinique de l'EPS. Le sujet enseignant en question (p. 5-6)*. Revue EPS. Collection Recherche et formation.

Meurger, C. (2016). *Le compagnonnage en tant qu'institution de formation professionnelle : études de son histoire, de ses curriculums et de ses phénomènes de transmission*. [Thèse de doctorat en sciences de l'éducation]. Université de Grenoble Alpes.

Mohrmann, F. et Stoop, J. (2020). Airmanship 2.0 : Innovating Human Factors Forensics. *Journal of the International Society of Air Safety Investigators*. January-March.

Montmollin de, M. (1961). *Nouvelles perspectives de l'étude du travail*. Dunod.

Morin, E. et Le Moigne, J.-L. (1999). *L'intelligence de la complexité*. L'Harmattan.

Nogier, J.-F., Bouillot, T. et Leclerc, J. (2012). *Ergonomie des interfaces*. Dunod.

Ochanine, D.-A. (1978). Le rôle des images opératives dans la régulation des activités de travail. *Psychologie et éducation*, *2*, 63-54.

Pastré, P. (2008). Apprentissage et activité. Dans Y. Lenoir et P. Pastré (dir.), *Didactique professionnelle et didactiques disciplinaires en débat* (p. 53-79). Octarès Éditions.

Published in : N. WALLIAN, M.-P. POGGI et G. LEFER SAUVAGE (Eds.), *Les savoirs de l'extrême. Médiation-appropriation en contextes*, Editions des archives contemporaines, ISBN : 9782813004901, doi : 10.17184/eac.9782813004901

Pastré, P. (2011). *La didactique professionnelle. Approche anthropologique du développement chez les adultes. Formation et pratiques professionnelles.* PUF.

Pastré, P., Mayen, P. et Vergnaud, G. (2006). La didactique professionnelle. *Revue Française de Pédagogie, 154,* 145-198.

Perez, W.-G. (2012). Aux origines de la théorie de l'activité : le cas de Serguey Leonidovitch Rubinstein. *Adjectif-Analyses, 116*, 1-7.

Périlleux, T. (2023). *Le travail à vif. Souffrances professionnelles, consulter pour quoi ?* Érès.

Perrow, C. (1984). *Normal accidents : living with high risk technologies.* Basic Books.

Pétolas, MC. (2005). *Rôle du retour d'expérience dans le développement des compétences et de la sécurité en environnement dynamique : le cas des tâches et de l'activité des Personnels Navigants Commerciaux.* [Thèse de Doctorat en psychologie]. CNAM-Paris 8.

Poggi, M.-P., Wallian, N. et Musard, M. (2006). La construction sociale du jugement inspectoral : la définition du métier d'enseignant vue à travers une analyse de rapports d'inspection en EPS. *Revue Française de Pédagogie, 157*, 131-145.

Polet, P., Vanderhaegen, F. et Amalberti, R. (2003). Modelling border-line tolerated conditions of use (BTCU) and associated risks. *Safety Science, 41(2-3)*, 111-136.

Portine, H. (2017). Du contexte à la situation au cotexte et à l'intertexte. Revue *ESSAIS, 12*, 17-32.

Rasmussen, J. (1997). Risk Management in a Dynamic Society : A Modelling Problem. *Safety Science*, *27*(2), 183-213.

Reason, J. (1993). *L'erreur humaine* (traduit par J-M. Hoc). Presses Universitaires de France.

Reason, J. (1997). *Managing the risks of organizational accident.* Ashgate Publishing Company.

Reeves, H. (2013). *Là où croît le péril… croît aussi ce qui sauve.* Seuil.

Roth, C., Pithon, G. et Robo, P. (2006). Une méthodologie de formation à l'analyse des pratiques professionnelles : le protocole, les situations abordées, les effets perçus par les stagiaires. *Education et socialisation, 20.* https://doi.org/10.4000/edso.19707

Savoyant, A. (1981). Image opérative et problèmes de coordination inter-individuelle dans l'activité collective. Dans D.-A. Ochanine et V. Koslov, *L'image opérative, Actes d'un séminaire et recueil d'articles d'Ochanine (p.* 84-90). Université de Paris 1.

Schön, D.-W. (1983). *The reflective practitioner : how professionals think in action.* Basic Books.

Schubauer-Leoni, M.-L. et Leutenegger, F. (2002a). Les élèves et leur rapport au contrat didactique : une perspective de didactique comparée. *Les Dossiers des Sciences de l'Éducation, 8,* 73-86.

Schubauer-Leoni, M.-L. et Leutenegger, F. (2002b). Expliquer et comprendre dans une approche clinique/expérimentale du didactique ordinaire. Dans M. Saada-Robert et F. Leutenegger (dir.), *Expliquer et comprendre en sciences de l'éducation (p. 227-251).* De Boeck.

Sen, A. (2000). *Un nouveau modèle économique. Développement, justice, liberté.* Odile Jacob.

Sensevy, G. et Mercier, A. (dir.) (2007). _Agir ensemble : l'action didactique conjointe du professeur et des élève_s. PUR.

Simon, H.-A. (1955). A behavioral model of rational choice. Dans H.-A. Simon (Eds), *Models of man : social and rational ; Mathematical Essays on Rational Human Behavior in a social Settings (p.* 241-260), John Wiley and Sons, N.Y.

Smith, K. et Hancock, P.-A. (1995). Situation awareness is adaptative, externally directed consciousness. *Human Factors, 37*(1), 137-148.

Spiker, A., Rogers, S.-P. et Cicinelli, J. (1986). Selecting colour codes for a computer-generated topographic map based on perception experiments and functional requirements. *Ergonomics, 29*(11), 1313-1328.

Stoops, J. et Dekker, S. (2012). Are safety investigations pro-active ? *Safety science*, *50*(6), 1422-1430.

Stroeve, S.-H., van Doorn, B.-A. et Everdji, M.-HC. (2014). Analysis of the human role in the resilience of air traffic management (p. 131-136). *Proceedings 5th Resilience Engineering Association Symposium "Managing Trade-Offs".* Sophia Antipolis (June 26-30th), France.

Published in : N. WALLIAN, M.-P. POGGI et G. LEFER SAUVAGE (Eds.), *Les savoirs de l'extrême. Médiation-appropriation en contextes*, Editions des archives contemporaines, ISBN : 9782813004901, doi : 10.17184/eac.9782813004901

Tardif, M. et Gauthier, C. (1996). L'enseignant comme acteur rationnel : Quelle rationalité, quel savoir, quel jugement ? Dans L. Paquay, M. Altet, E. Charlier et P. Perrenoud (dir.), *Former des enseignants professionnels. Quelles stratégies ? Quelles compétences ?* (p. 209-237). De Boëck.

Tochon, F. (1989a). À quoi pensent les enseignants quand ils planifient leurs cours ? *Revue française de pédagogie, 86*, 23-33.

Tochon, F.-V. (1989b). La pensée des enseignants, un paradigme en développement. *Perspectives documentaires en sciences de l'éducation, 17*, 75-98.

Tochon, F.-V. (1989c). Peut-on former les novices à la pensée des experts ? *Formation et recherche, 5,* 25-38.

Tochon, F.-V. (1990). L'improvisation bien planifiée : De la base de connaissances pédagogiques à son application. Dans G.-R. Roy (dir.), *Contenus et impacts de la recherche universitaire actuelle en sciences de l'éducation* (Actes du 2e congrès des Sciences de l'éducation de langue française – Tome 3, p. 951-958). Éditions du CRP, Faculté d'éducation, Université de Sherbrooke.

Tochon, F.-V. (1991). *Pragmatic epistemology of teachers' knowledge transformations : A semiotic perspective on cognition.* Article présenté au congrès annuel de l'Association américaine de recherche en éducation (AERA). Chicago, IL.

Tochon, FV. (1993). Le fonctionnement « improvisationnel » de l'enseignant expert. *Revue des Sciences de l'éducation, XIX(3),* 437-461.

Todorov, T. (1981). *Mikhaïl Bakhtine et le principe dialogique. Ecrits du Cercle de Bakhtine* (trad. G. Philippenko et M. Canto-Sperber). Seuil.

Troadec, J.-P. (2013). History of the Air France Flight 447 Accident Investigation. *ISASI Forum "Air Safety Through Investigation",* January-March.

Vermersch, P. et Weill- Fassina, A. (1985). Les registres de fonctionnement cognitifs. Application à l'étude des conduites de lecture et d'écriture du dessin technique élémentaire. *Le Travail humain, 48*, 331-340.

Vico, G. (trad. A Pons)(1708/2010). *La méthode des études de notre temps [De nostri temporis studiorum ratione].* Les Belles Lettres.

Villemin, A. et Lémonie, Y. (2014). Environnement capacitant et engagement des opérateurs : une mise en débat à partir de l'activité des techniciens de la base polaire Dumont D'Urville. Revue *Activités, 11(2)*, 26-43.

Vygotski, L.-S. (2002). *Langage et pensée.* La Dispute.

Wallian, N. et Chang, C.-W. (2006). Development and learning of motor skill competencies, *Chap. 13. In D. Kirk (Ed.), Handbook of research in PE.* London : Sage Editions.

Wallian, N. et Chang, C.-W. (2012). Expanding "Complex Thinking" within PE classroom settings : Background and perspectives for PE Teacher Education in France/Taiwan (Chap. 17) In T. Ovens, T. Hopper, & J. Butler (éds.), *Complexity thinking in physical education : Reframing curriculum, pedagogy and research.* Oxford University Press.

Weill-Fassina, A. (2012). Le développement des compétences professionnelles au fil du temps, à l'épreuve des situations de travail. Dans C. Gaudart, A.-F. Molinié et V. Pueyo (dir.), *La vie professionnelle. Âge, Expérience et Santé à l'épreuve des conditions de travail (p. 117-144).* Octares.

Wolff, M. et Sperandio, J.-C. (2004). Le travail en conditions extrêmes. Dans P. Falzon (dir.), *Ergonomie* (p. 115-128). PUF.

Yinger, R.-J. (1979). Routines in teacher planning. *Theory into practice, 18,* 163-169.

Zambon, D. (2023). *Finir sa carrière d'enseignant de collèges en éducation prioritaire, un paradoxe.* L'Harmattan.

Published in : N. WALLIAN, M.-P. POGGI et G. LEFER SAUVAGE (Eds.), *Les savoirs de l'extrême. Médiation-appropriation en contextes*, Editions des archives contemporaines, ISBN : 9782813004901, doi : 10.17184/eac.9782813004901