



François Cail

Entretien^{©1} avec Jean-Claude Sperandio

(janvier 2022)

François Cail est un collègue qui a profondément marqué nos vies professionnelles respectives. C'est en 1996 pour l'une et 2000 pour l'autre, alors que nous étions encore internes en médecine du travail, que nous avons fait sa connaissance au sein du laboratoire de Physiologie Environnementale de l'INRS, devenu ensuite laboratoire de Biomécanique et d'Ergonomie, alors dirigé par Michel Aptel.

François nous est tout de suite apparu comme un précieux passeur de savoirs, de compétences et d'expérience professionnelle sur ses deux sujets de prédilection : le travail sur écran et la prévention des troubles musculosquelettiques. Soucieux de transmettre au profit du plus grand nombre d'acteurs de prévention et des salariés toutes les connaissances permettant de progresser en prévention dans ces domaines, François passait en effet avec aisance des travaux de recherche à la réponse aux assistances, à la production de brochures ou encore à la formation d'acteurs de prévention.

Très actif, c'est sur le terrain de la transmission plurimodale que s'exerçait tout son talent, tant vis-à-vis des partenaires externes qu'au sein de notre équipe. Il exerçait sa tutelle bienveillante avec rigueur, sans pour autant se départir de sa simplicité et de son humilité. Comme son parcours l'atteste, François, symbole à lui seul de la pluridisciplinarité, avait une approche éclectique, sachant avec finesse user des acquis et outils de diverses disciplines (physiologie, biomécanique, ergonomie, psychologie) au service de ses missions.

Il a perçu très tôt l'importance croissante du travail sur écran dans le monde professionnel, sans imaginer néanmoins l'ampleur que prendrait cette activité dans la vie de tout un chacun au fil des ans. S'intéresser au travail sur écran à l'époque des « cartes à trous » était en effet une gageure qui allait le mener jusqu'à la retraite, en faisant face aux nombreuses évolutions technologiques et organisationnelles survenues entretemps. Pari amplement réussi, comme en témoignent les nombreuses productions qu'il a initiées, qui font toujours référence et dont certaines continuent à vivre, en s'imprégnant des évolutions successives du monde du travail. François s'est particulièrement attaché à transmettre le flambeau de ses compétences aux collègues chercheurs et experts d'assistance avant de partir en retraite. Un seul n'y aurait pas suffi !

Chercheur, formateur, animateur, personnage médiatique à ses heures, François est aussi un homme de valeurs : soucieux de l'exactitude des faits, extrêmement fiable, loyal, attentif aux autres, disponible. Derrière ces valeurs se cache un personnage plein d'humour, collectionneur, fin gourmet, amateur d'art et d'histoire, musicien à ses heures, sensible et sachant aussi cultiver son jardin secret. Un grand Monsieur !

Avoir travaillé avec François Cail fut une grande chance pour nous ; nous tenons à lui témoigner toute notre reconnaissance pour ses nombreux apports professionnels et son grand sens de l'humanité qui en font un collègue très précieux.

Agnès Aublet-Cuvelier et Clarisse Gaudet, INRS, février 2022

¹ Cet entretien est une publication de la Commission Histoire de la Société d'Ergonomie de Langue française. Tout usage, citation ou publication de l'intégralité du texte ou d'un extrait doit porter la référence : Entretien de la SELF avec François Cail mené en 2022 par Jean-Claude Sperandio. Source : site de la SELF. Lien : <https://ergonomie-self.org/wp-content/uploads/2022/02/entretien-f-cail.pdf>

JCS – Merci d’avoir accepté de nous livrer, dans les conditions difficiles du mode courriel, les grandes lignes de ton parcours professionnel. Pour commencer, peux-tu brièvement te présenter ?

FC – Je suis un physiologiste du travail, à la retraite depuis 2015. J’ai travaillé pendant 37 ans à l’Institut National de Recherche et de Sécurité (INRS) à Vandœuvre les Nancy. J’y ai mené des actions de recherche sur le terrain et en laboratoire, d’assistance, de formation et d’information qui sont les missions de cet institut. À partir de 1986, après le départ de mon chef de laboratoire, le Dr Rossyn Elias, je suis devenu, comme disait l’un des directeurs de l’INRS, « l’homme des écrans ».

JCS – Quelles sont tes origines familiales et quel fut ton parcours avant la vie professionnelle ?

FC – Je suis né le 4 mars 1950 à Tours. Mon père était comptable et ma mère faisait des travaux de couture à domicile. Ils sont tous les deux maintenant décédés. J’ai un frère qui a 6 ans de moins que moi. Sachant lire en sortant de l’école maternelle, j’ai sauté 2 classes au collège, mais j’ai perdu cette avance par la suite. Après avoir obtenu un bac D en 1970, je me suis inscrit à la Faculté des Sciences de l’université François Rabelais de cette même ville. Il faut dire qu’en 1^{re} et terminale, j’avais eu un excellent professeur de biologie. Après 4 années d’études, orientées chimie-biologie, j’ai obtenu une maîtrise de physiologie (physiologie animale, biochimie structurale et métabolique, physiologie des régulations et psychophysiologie). En octobre 1974, je suis parti faire mon service militaire dans un régiment de blindés en Allemagne, où j’étais tireur sur AMX 30. Au retour, j’ai cherché du travail dans ma région, en lien avec mon diplôme, mais je n’ai rien trouvé dans les mois qui ont suivi. Pendant un an et demi, j’ai alors travaillé comme aide-conducteur offset dans une imprimerie d’un fabricant de sanitaires.

JCS – Comment es-tu entré à l’INRS ?

FC – Un jour, mon frère a entendu à la radio que l’on cherchait un biologiste à Evreux. Renseignement pris, il s’agissait d’un poste à l’INRS. J’ai postulé, en ignorant tout de cet institut qui s’occupe de la prévention des accidents du travail et des maladies professionnelles. C’est en quelque sorte le laboratoire de la Sécurité Sociale et il intervient à la demande des Caisses régionales d’assurance maladie (CRAM, aujourd’hui CARSAT).

J’ai eu un premier entretien avec mon futur chef de laboratoire, le Dr Rossyn Elias (un médecin d’origine roumaine) et le Dr Daniel Rohr (chef du département d’ergonomie, physiologie, psychologie), qui sera ensuite remplacé par le Dr Jean-Jacques Vogt, puis un second entretien, 6 mois plus tard. L’INRS recherchait, en fait, un neurophysiologiste statisticien qu’il ne trouva pas. J’ai peut-être été « pistonné » par le directeur de l’entreprise où je travaillais, que je ne connaissais pas, mais qui apparemment connaissait ma situation ; il était membre du Rotary club et parlait de m’aider. Un samedi, je reçus à Tours un courrier qui me confirmait mon embauche pour le lundi suivant. J’ai dû vite trouver une chambre d’hôtel à Nancy. Voilà comment, en février 1978, en plein hiver lorrain, j’ai fait mon entrée dans la physiologie du travail.

JCS – Mais ta formation n’était pas tout à fait en rapport avec cette discipline ...

FC – En effet, et en plus, quand on m’a embauché, on m’a dit que l’on ne souhaitait pas que je poursuive mes études ! C’était sans doute en raison du besoin urgent de main-d’œuvre. J’ai donc commencé par me former sur le terrain. Vers le milieu des années 80, j’ai suivi pendant un an, à raison de deux jours par mois, les cours du certificat de physiologie du travail et ergonomie qu’organisait le laboratoire du Pr Hugues Monod à la Pitié-Salpêtrière. Le module portait sur la charge physique et la charge mentale. Chaque cours était fait par un spécialiste dans sa propre discipline. Je me souviens notamment de celui du Dr Michel Valentin sur l’histoire de la physiologie du travail et de l’ergonomie. Je possède d’ailleurs un exemplaire du « Moteur Humain » (1914) de Jules Amar. Quelques années après, j’ai obtenu un autre certificat, axé cette fois sur les ambiances physiques. Les traités d’ergonomie n’étaient pas encore très nombreux à cette époque, mais on pouvait s’appuyer, dès 1981, sur « le Scherrer »², comme on disait, qui était un précis de physiologie du travail fournissant des notions d’ergonomie, sur le « Précis

² J. Scherrer et col., (1967, 1981). *Précis de physiologie du travail. Notions d’ergonomie*. Paris, Masson.

d'ergonomie » d'Etienne Grandjean³, ou encore sur « L'ergonomie du travail mental »⁴ que tu as écrit, ainsi que sur les fascicules des cours du Cnam⁵. Les enseignements de ces certificats et les ouvrages disponibles à l'époque me furent très utiles également pour les formations dans lesquelles je commençais à intervenir.

JCS – Tu as dit être devenu. « l'homme des écrans » à l'INRS ! Comment as-tu été confronté à cette problématique ?

FC – Quand je suis arrivé au laboratoire en 1978, il n'y avait pas encore d'écran, juste un énorme calculateur aussi volumineux qu'une machine à laver, qu'il fallait programmer et une grosse calculatrice sur roulettes. On y insérait des programmes sur bande magnétique pour faire des statistiques. C'est donc sur le terrain que j'ai pris contact avec les « terminaux à écran », comme on les appelait alors. Dès l'année 1979, à l'initiative du Dr Elias, nous avons démarré une grande étude en entreprises concernant le travail sur écran qui commençait à se développer et à préoccuper médecins du travail et ergonomes. Je ne savais pas alors que ces problèmes liés au travail informatisé et leur prévention allaient m'occuper jusqu'à la retraite. À l'INRS, nous étions environ une dizaine à intervenir dans des banques (tâches de saisie de données) afin d'étudier l'état de santé des salariées (je cite Rossyn Elias, Henry Christmann, François Cail, François Horwat, Gérard Didry), l'éclairage (Alain Mayer, Serge Salsi, Annick Barlier) et le dimensionnement des postes (Michel Tisserand, Jean-François Schouller, Michel Englert).

On a aussi mené des études concernant la commande de produits pharmaceutiques ou d'ouvrages (tâches de dialogue), dans des imprimeries de presse et de labour (tâches de traitement de texte), dans des succursales d'une caisse de retraite.

À l'époque, les salariés utilisaient des terminaux reliés à un ordinateur qui pouvait être très éloigné. Cela engendrait des coupures et des attentes génératrices de stress dans des tâches au rendement comme la saisie de chèques. Dans cette tâche, les opératrices devaient faire quelque 18000 trous à l'heure (un trou étant une frappe), langage hérité du temps où elles faisaient de la perforation. Je faisais passer des questionnaires aux employés pour connaître leur fatigue visuelle, leur fatigue posturale, leur état de stress et leurs conditions de travail. Le dépouillement de ces données se faisait par cartes perforées. Nous utilisions également des tests psychotechniques comme la mesure du temps de réaction à un stimulus visuel en début et en fin de travail.

Dans un stage, je m'étais formé à l'utilisation du NAC⁶, un appareil d'enregistrement des points de fixation du regard, qui, malgré son prix élevé, commençait à être utilisé dans certains laboratoires de psychologie cognitive et d'ergonomie pour étudier les stratégies de prise d'informations visuelles. Cela ressemblait à une sorte de masque de plongée que l'on fixait sur la tête des sujets. Une petite lumière en forme de V était projetée, via des glaces semi-transparentes, sur la cornée d'un œil, et grâce à une caméra frontale, on pouvait suivre le déplacement du regard dans le champ visuel et l'enregistrer. La technique manquait de précision, car le réglage était difficile, le masque bougeait toujours un peu, ce qui faussait les localisations précises, mais j'obtenais néanmoins des données très instructives pour comparer entre les différents types de tâches informatisées et les cibles visuelles préférentielles. Je devais faire le dépouillement à la main – un travail long et un peu fastidieux – pour connaître la répartition du regard entre les documents, le clavier et l'écran. Je comptais la fréquence des mouvements oculaires partagés entre ces 3 cibles. Il apparaissait clairement que le clavier était très peu regardé, car les opératrices savaient utiliser le clavier sans le regarder, à l'instar des bonnes dactylos utilisant leur machine à écrire. Ce fut le sujet de ma première communication à un congrès organisé par la SELF (Paris, 1979).

JCS – La fatigue visuelle faisait-elle aussi partie de tes analyses ?

³ E. Grandjean (1969). *Précis d'ergonomie*. Paris, Masson.

⁴ J.C. Sperandio (1983, 1988). *L'ergonomie du travail mental*. Paris, Masson.

⁵ Conservatoire national des arts et métiers

⁶ Nom complet : *NAC Eye Mark Recorder*, développé par la société japonaise *NAC Image Technology Inc.*

FC – Oui, mais ce n'est pas le but du NAC, où alors très indirectement. Pour évaluer le plus objectivement possible la fatigue visuelle, je mesurais, avant et après le travail, la distance minimale de vision nette (*punctum proximum* d'accommodation) avec une règlette RAF gauge, ainsi que la parallaxe du regard avec une baguette de Maddox (qui ressemble à une paire de lunettes sans branche mais avec un manche). Quand, en fin de travail, les gens voyaient trouble à une distance plus éloignée que le matin, j'en déduisais leur fatigue visuelle.

Ces instruments étaient déjà anciens, mais j'utilisais aussi un nouvel appareil, l'Ergovision (un super Visiotest) avec synthèse vocale et sortie sur imprimante, pour déterminer, toujours avant et après le travail, l'acuité visuelle de l'œil directeur (celui qui travaille le plus). Cette grande étude de terrain engendra, entre autres, un gros rapport sur les contraintes et astreintes devant les terminaux à écrans cathodiques. Elle fut un bel exemple d'approche globale qui est l'apanage des études ergonomiques. Leur réussite nécessitait obligatoirement de faire, au préalable, des séances d'information auprès des salariés concernés pour expliquer le pourquoi et le comment, leur dire que les questionnaires seront anonymes, que les données recueillies seront présentées globalement et que l'on en fera une restitution ; bref, il fallait mettre les salariés en confiance, à défaut de quoi les réponses ne sont pas franches, donc fournissant des données peu fiables, notamment celles portant sur les relations avec leur hiérarchie. Vers le milieu des années 80, j'ai fait, avec deux collègues psychologues, Daniel Liévin et Hubert Guillermain, une étude de terrain concernant cette fois les problèmes posés par le travail sur écran dans l'industrie.

Durant les années 2000, j'ai conduit, avec deux collègues techniciens (Olivier Morel et Gilles Reno), une étude de terrain concernant les troubles musculosquelettiques, devenus l'un des problèmes de santé majeurs dans le travail sur écran, en Conception assistée par ordinateurs (CAO) et en saisie de données. Trouver des entreprises volontaires pour une étude initiée par un organisme extérieur comme l'INRS n'est pas chose facile. Habituellement, nous sollicitons les CRAM. Dans le cas de la CAO, il s'est agi du réseau métropolitain. J'avais déjà fait une assistance dans cette entreprise pour la fatigue visuelle, ce qui m'en a ouvert les portes. La tâche de saisie étudiée était effectuée dans de petites CRAM. Il s'agissait d'étudier, sur le terrain, les facteurs de risque dans ces deux tâches. La CAO, tâche généralement ressentie comme étant créative et plutôt motivante, était effectuée par des hommes et la saisie de données, tâche habituellement répétitive et monotone, par des femmes.

J'ai utilisé un questionnaire que j'avais élaboré en partie, notamment pour les facteurs psychosociaux qu'il était indispensable de prendre en compte. Ceux-ci semblent d'ailleurs peser plus lourdement que dans l'industrie comme facteurs de risque de TMS.

J'ai bénéficié pour cela de l'aide de l'une des meilleures chercheuses mondiales concernant le stress dans les bureaux, Pascale Carayon⁷, qui séjournait à ce moment-là à Nancy. Pour la partie biomécanique, j'ai utilisé l'électromyogramme (EMG) en collant des électrodes sur l'avant-bras et le grand muscle de l'épaule qu'est le trapèze, ainsi que des goniomètres pour les angles du poignet. Les résultats de cette étude ont montré que la contrainte posturale de l'ensemble du membre supérieur était plus forte en CAO qu'en saisie, à cause de la manipulation de la souris de pointage. Dans les deux tâches, il y avait un lien entre les plaintes de TMS et le stress. La tâche de saisie était jugée comme étant aussi complexe et aussi intéressante que celle de CAO, ce qui s'expliquait par des différences dans le niveau de formation des deux populations et par le contexte de travail (points positifs en saisie tels que petite autonomie de gestion et contact avec le public ; points négatifs en CAO tels que pression temporelle et manque de participation).

JCS – Tu as fait aussi des recherches en laboratoire. Sur quoi portaient-elles ?

FC – J'en ai fait plusieurs. En 1984, le Dr Robert Floru – médecin lui aussi d'origine roumaine comme l'était le Dr Elias – a été engagé dans notre équipe pour mener une étude en laboratoire dans le but de proposer des recommandations concernant les moments et la durée des pauses dans les tâches de saisie de données. Ce psycho-physiologiste, qui avait 30 ans de plus que moi, m'a beaucoup appris sur la charge mentale et le stress. Je me souviens de l'avoir accompagné chez le Dr Françoise Lille, au

⁷ Ingénieure diplômée de l'École centrale de Paris (1984) et Ph.D. en *Engineering* industriel de l'université du Wisconsin à Madison (1988).

laboratoire que dirigeait Hugues Monod, pour se renseigner sur l'arythmie sinusale, considérée alors comme un indicateur de la charge mentale.

Pendant quelques temps, nous hésitions, Floru et moi, concernant la tâche à recréer. À partir de ce que j'avais vu sur le terrain, j'avais programmé en Basic⁸ une tâche de saisie de chèques (tâche particulièrement sollicitante pour la vision) et c'est cette tâche qui a été retenue. Dans une cabine insonorisée, nous avons installé sur une table à deux plateaux réglables, un terminal graphique intelligent avec double lecteur de cassettes. On pouvait enregistrer la performance, en l'occurrence le nombre de chèques saisis et les erreurs de frappe. Comme sujets, nous avons recruté des étudiants que l'on avait entraînés à la tâche. Nous leur collions des électrodes sur la poitrine pour recueillir l'électrocardiogramme (ECG) et donc la fréquence cardiaque, mais nous en placions aussi de part et d'autre des yeux, afin de recueillir l'électro-oculogramme (EOG) et donc les mouvements oculaires, ainsi que des électrodes sur le cuir chevelu pour recueillir l'électro-encéphalogramme (EEG). Il fallait recouvrir ces électrodes d'un morceau de gaze trempé dans du collodion (une colle spéciale) et sécher avec un sèche-cheveux pour que cela tienne ! Les tracés des signaux étaient recueillis sur papier grâce à des plumes encrées. Pour l'EEG, on disposait d'un analyseur de spectre avec rejet des artefacts et sortie sur imprimante. Le top ! Nos résultats ont montré une amélioration significative lorsque les sujets faisaient une pause d'au moins 5 minutes toutes les 45 minutes, à condition de bouger pendant la pause. Cette recommandation est toujours valable.

Vers la fin des années 80, j'ai mené avec un collègue, Marc Mouzé-Amady, une étude en laboratoire sur les effets de l'environnement physique sur la vigilance de l'opérateur. C'était l'époque où, avec Jean-Claude Cnockaert, qui remplaçait le Dr Elias, nous nous intéressions aux nuisances combinées. C'était de la physiologie environnementale. J'ai reproduit les caractéristiques d'une tâche de contrôle de processus (gestion des paramètres en coulée continue) que j'avais observée dans une usine. J'avais fait une programmation en Basic que mon collègue a améliorée en passant au Fortran⁹. Dans notre cabine, on a reproduit l'éclairage de la salle de commande de la coulée et on injectait le bruit enregistré dans cette salle. Les nuisances étaient soit uniques (éclairage frontal ou bruit), soit combinées. Dans ce dernier cas, la performance était dégradée davantage, même lorsque la tâche ne durait qu'une trentaine de minutes. Au moyen d'un cathéter dans bouche des sujets, nous recueillions leur salive dans des tubes à essai pour doser le cortisol, indicateur de stress.

Durant les années 2010, j'ai mené avec le Dr Clarisse Gaudez et deux techniciens (Morel et Reno), une étude au laboratoire sur les souris verticales. Elles commençaient à être proposées aux opérateurs et étaient présentées comme réduisant le risque de TMS au motif qu'elles engendraient une position plus neutre du poignet que les souris horizontales classiques. Très peu d'articles scientifiques leur étaient consacrés et il y avait des demandes les concernant. Nous avons testé deux modèles de souris verticale, dont l'une était plus inclinée que l'autre, comparées à une souris horizontale. Nous avons utilisé l'EMG ainsi que des goniomètres et filmé les sujets, tous ayant déjà une expérience bureautique, que nous avons entraînés au maniement de ces souris inhabituelles. La tâche, utilisée également par d'autres chercheurs, comportait du pointage, du cliquage et du déplacement. La performance était évaluée en précision et rapidité. Nous avons constaté que la souris verticale inclinée était la meilleure, en tenant compte à la fois des contraintes biomécaniques et de la performance.

JCS – Faisais-tu aussi de l'assistance concernant le travail sur écran ?

FC – En plus d'études ciblées comme celles dont je viens de parler, j'ai fait de l'assistance pratique concernant plusieurs sujets relatifs au travail sur écran. Un premier sujet auquel j'ai dû m'intéresser fut celui des radiations liées aux écrans cathodiques, jusqu'au début des années 90. Certaines personnes, particulièrement des femmes enceintes, avaient une grande crainte des radiations émises par cette

⁸ Basic (*Beginner's all-purpose symbolic instruction code*) : langage de programmation de haut niveau, très usité pour les premiers PC, dérivé du Fortran.

⁹ Fortran (*Formula translating system*) : langage de programmation informatique conçu principalement pour les traitements de données scientifiques.

technologie, nouvelle pour elles. Ces craintes se fondaient sur une vingtaine de cas signalés de par le monde qui relataient des troubles au cours du déroulement de la grossesse (avortements, malformations congénitales chez le nouveau-né) observés chez des femmes travaillant sur écran de terminal ou d'ordinateur. D'où une association entre ce travail et des risques potentiels pour la grossesse. Ainsi, quand je mesurais avec un luxmètre l'éclairement du plan de travail, sans motif lié à des radiations, les opérateurs pensaient que c'était pour mesurer ces radiations.

La question à la fois pratique et scientifique était de savoir si ces troubles étaient ou non attribuables à des radiations émises par ces écrans. Il s'agissait, en fait, d'un rayonnement X de faible portée. Le sujet avait donné lieu à des débats dans des congrès de la SELF à la fin des années 70 quand le nombre de travailleurs sur écran augmentait déjà considérablement, débats qui ne concluaient pas à des risques alarmants. Mais je n'étais pas moi-même un spécialiste des radiations et, pour me faire une opinion quant aux risques réels sur la santé, j'ai dû beaucoup me documenter à partir de publications ou d'ouvrages en anglais portant sur cette question. Heureusement, l'INRS était abonné à un grand nombre de revues scientifiques, car durant les années 80, Internet n'existait pas encore !

Après le départ en retraite du Dr Elias, le Dr Floru (parti lui aussi en retraite quelques temps après), a convaincu mon chef de service de « laisser au moins quelqu'un » sur le thème des écrans. Sage précaution, car la demande d'information concernant ces radiations abondait. Je répondais au téléphone ou par courrier aux questions que se posaient les médecins du travail à leur sujet. Toutes sortes de gadgets censés protéger des effets de ces radiations étaient proposés aux salariés, comme par exemple, « une double antenne contenant un fluide programmé entrant en résonance avec le cerveau de l'opérateur pour créer des ondes alpha » ! Les médecins avaient besoin d'un avis argumenté sur le sujet. Je leur faisais un courrier à partir des données scientifiques dont je disposais. Il m'est arrivé une fois de recevoir des menaces de poursuites d'un fabricant car je lui portais préjudice. J'attends toujours.

Finalement, le problème des radiations a totalement disparu au cours de la décennie 90 avec le remplacement progressif des écrans cathodiques par des écrans à cristaux liquides (LCD).

Une autre forte demande concernait les filtres à placer devant les écrans cathodiques, qui à l'époque étaient de vrais miroirs, réelle source importante de fatigue visuelle. Plus généralement, la fatigue visuelle liée au travail sur écran fut, en effet, un autre sujet dominant des années 80 en matière de santé, pas seulement pour les reflets occasionnés. Les affichages étaient souvent d'une qualité médiocre (papillotement, caractères verts sur fond noir et grossièrement dessinés...). La technologie s'est depuis considérablement améliorée, fort heureusement ! J'ai fait de nombreuses assistances en entreprises pour évaluer cette fatigue, en utilisant des questionnaires et avec les outils décrits précédemment. Des entreprises (téléphonie, compagnie d'assurances, etc.) ont commencé à me demander également de venir faire des séances d'informations à leurs salariés ou de donner mon avis concernant leurs postes de travail sur écran. Je faisais des mesures d'éclairement avec un luxmètre et des mesures de luminance avec un luminancemètre (cela ressemble à une caméra). J'ai eu notamment une demande des hôpitaux de Nancy pour les conseiller sur l'implantation d'écrans, par rapport à l'éclairage, dans des locaux encore inoccupés, mais malheureusement, les prises de courant étaient déjà montées. Une seule fois, j'ai pu travailler sur plans au cours de la conception des implantations, mais plus généralement je ne pouvais proposer que des corrections.

Par la suite, ce sont les TMS qui devinrent un sujet dominant, comme, par exemple, pour les repose-paume, les ordinateurs portables ou la souris. En 1993, j'ai fait une intervention à la demande d'un journal américain implanté en France. Tous les postes de travail étaient informatisés et ils observaient beaucoup de TMS. Dans cette entreprise, la pression du temps était forte car ils sortaient plusieurs éditions du journal en début de nuit. Le médecin du travail et moi avons utilisé un questionnaire pour connaître l'état de santé des salariés et leurs conditions de travail.

J'ai aussi procédé, dans ce journal, à une étude ergonomique des postes (caractéristiques physiques des écrans, dimensionnement des postes, éclairage, observation de la tâche et de la posture). Pour avoir l'angle du poignet, je filmais cette articulation de profil. Ensuite sur un écran de télévision, je mesurais cet angle avec un goniomètre manuel. La mesure était précise car l'angle du poignet ne varie pas beaucoup lors de la frappe au clavier. J'ai mesuré parfois d'importantes extensions du poignet (jusqu'à 64°) lorsque l'opérateur prenait appui sur la table. Un clavier très épais (8 cm d'épaisseur moyenne) sur une table non réglable et l'absence de formation à la frappe expliquaient cette posture. J'ai proposé

quelques recommandations. C'est seulement bien longtemps après que j'ai appris que l'entreprise avait beaucoup moins de TMS depuis qu'elle avait investi dans des tables à deux plateaux réglables électriquement, de nouveaux écrans, une formation à la frappe et mis en place une nouvelle organisation du travail (semaine de 32 h, pause de 10 min toutes les 2 h...).

Au fil des ans, j'aurai rempli entièrement une armoire de dossiers dans tous les domaines du travail sur écran, tant la littérature était abondante sur le sujet ! Avant de partir en retraite, j'ai pu former, à l'INRS, deux personnes (un médecin et un ergonome) sur le thème général des écrans afin de pouvoir répondre aux demandes d'assistance qui ne manquent pas sur divers aspects. Pendant quelques mois, après mon départ, ils m'ont demandé conseil suite à des questions de préventeurs.

JCS – Tu faisais aussi des formations concernant le travail sur écran...

FC – J'ai commencé par intervenir dans le stage Gestes et Posture (GP) où j'enseignais aux salariés des notions de base sur la charge physique, la charge mentale, le travail posté et le travail sur écran. Ils avaient un TP où ils faisaient du « Step test¹⁰ » pour appliquer la méthode de Brouha, un test de récupération cardiaque après l'effort basé sur la prise de pouls. Ce que je leur racontais devait certainement leur plaire car, lors d'une évaluation du stage, l'un d'eux me déclara que parmi les intervenants : « Il n'y a que Cail qui m'aïlle » ! Plus tard, ce stage sera remplacé par un stage pour formateur en Prévention des risques liés à l'activité physique (PRAP). J'intervenais dans celui consacré au tertiaire. J'avais monté un TP sur l'implantation des postes en tenant compte notamment de l'éclairage naturel et artificiel, et un autre sur le réglage du mobilier. On m'avait surnommé MacGyver parce que j'utilisais une boussole pour connaître la course du soleil dans un local, un miroir pour repérer les sources lumineuses réfléchissantes à l'emplacement d'un futur écran et une équerre en bois avec un angle de 30°, pour savoir si une source lumineuse se trouvait dans cet angle au-dessus du niveau des yeux, à l'emplacement d'un futur poste.

J'intervenais également dans la formation sur les problèmes de santé liés au travail sur écran et leur prévention, qui était destinée aux médecins du travail, ainsi qu'aux ingénieurs de sécurité. Il n'y avait pas encore PowerPoint, seulement des transparents. Les débuts furent modestes ; je lisais un papier. L'assurance pour parler en public vient avec la pratique et surtout avec la bonne connaissance du sujet. C'est là que l'on voit si l'on a bien compris ce que l'on explique aux autres. Quand le Dr Elias est parti en retraite, j'ai pris le relais pour assurer cette formation. J'intervenais plusieurs jours de suite, aussi bien pour la santé que pour les normes, la loi, l'affichage, l'éclairage, le mobilier, les périphériques d'entrée, etc. Un ophtalmologiste intervenait pendant une demi-journée. Ainsi jusqu'à ma retraite.

Je suis aussi intervenu dans des formations pour médecins du travail au Luxembourg et à la MSA. J'ai même fait une formation consacrée au travail sur écran pour des préventeurs à Tunis pendant une semaine. Durant les années 2000, j'ai fait régulièrement de la formation pour des infirmières du travail concernant l'éclairage et la vision, ainsi que les TMS dans le travail sur écran, mais aussi l'analyse ergonomique des situations de travail. Cela se passait à l'institut de médecine du travail à Strasbourg que dirigeait le Pr Alain Cantineau. J'ai fait aussi des formations à des étudiants de 2^e année en ergothérapie à Nancy.

JCS – Tu as dit que l'une des missions de l'INRS, c'est l'information. Les publications, n'est-ce pas le lot de tout chercheur ?

FC – Il ne faut pas confondre les publications de chercheurs dans des revues spécialisées dont les lecteurs, eux-mêmes majoritairement chercheurs, sont ciblés sur des sujets restreints, avec des publications destinées aux employeurs et aux travailleurs eux-mêmes. En dehors de publications en anglais dans des revues spécialisées ou de communications à des congrès comme *Work with display units* (Montréal, Berlin, Milan, Tokyo), j'ai régulièrement publié dans les revues de l'INRS telles que les Cahiers de notes documentaires, Documents pour les médecins du travail (aujourd'hui Références en santé au travail) ou Travail et sécurité. Nous visons un autre public, qui a d'autres attentes.

¹⁰ Test rapide pour évaluer la condition physique et la capacité de récupération après l'effort.

Dans les années 80, j'ai mis à jour un guide méthodologique pour le travail sur écran qu'avait rédigé le Dr Elias. Le Dr Floru et moi avons conçu pour les salariés une plaquette intitulée « Mieux vivre avec votre écran » et avons publié un article de synthèse « Travail sur terminal d'ordinateur et santé ». J'ai élaboré une brochure intitulée « Le travail sur écran en 50 questions ». À chaque problème, je proposais diverses solutions avec leur degré de pertinence (des étoiles, comme dans le guide Michelin). Par la suite, j'ai périodiquement actualisé le guide, la plaquette et la brochure jusqu'à la retraite. On les trouve toujours sur le site de l'INRS (www.inrs.fr).

Un autre exemple : en 2002, à la demande du directeur de l'INRS, j'ai écrit un article qui propose des pistes de prévention concernant la sécheresse oculaire dans le travail informatisé.

Il s'agissait de contrecarrer l'emploi de larmes artificielles que l'on voyait proposées aux personnes travaillant sur écran.

Tout cela a dû me faire connaître auprès des médias, principalement la presse écrite (par exemple : L'Ordinateur individuel, Management, Modes et travaux, L'évènement du jeudi) qui n'ont cessé de m'interviewer régulièrement jusqu'à mon départ. J'ai fait également quelques interviews pour la radio (par exemple, un « point santé » sur France Inter) et même quelques séances de télévision, comme pour le journal d'Antenne 2 (je disais juste que pour risquer une cataracte devant écran cathodique, il fallait rester devant celui-ci au moins 650 ans...), pour Arte (pour la pause d'électrodes), pour Computer Channel, une chaîne diffusée dans les cafétérias des entreprises. Cette activité, peu banale pour un chercheur, m'a toujours semblé aussi importante qu'une publication en anglais dans une revue spécialisée. Le travail sur écran concerne tellement de monde que c'est un des sujets de choix des médias, d'autant plus qu'il est facile et tellement utile de donner des conseils pratiques et efficaces !

Enfin, avec bien d'autres, j'ai effectué quelques travaux de normalisation concernant le travail informatisé (ISO 9241), notamment sur la couleur.

JCS – Toute ta vie professionnelle a donc était consacrée au travail sur écran ?

FC – Non, pas seulement, car en 1990, un jeune médecin récemment embauché à l'INRS, le Dr Michel Aptel, a créé une unité d'assistance en physiologie et ergonomie. Il commençait à y avoir une forte demande des CRAM pour que l'INRS intervienne en entreprises concernant le problème des TMS. J'ai déjà parlé des TMS concernant le travail à l'écran mais le problème est évidemment beaucoup plus large et peut toucher toutes les activités.

Les TMS affectent les tissus mous (muscles, tendons, nerfs). Au niveau du membre supérieur, ils s'expriment par de la douleur, de la raideur, de la maladresse, une perte de force et peuvent déboucher sur des pathologies comme le syndrome du canal carpien (poignet). Les TMS sont d'origine multifactorielle : facteurs personnels, contraintes biomécaniques (répétitivité des gestes, forces élevées, postures inadéquates), organisation du travail, facteurs psychosociaux, stress. Plusieurs phénomènes expliquent l'accroissement du taux de TMS depuis quelques années : l'organisation en flux tendu, l'automatisation partielle des processus de fabrication mais aussi les exigences accrues des salariés en matière de santé.

Le travail sur écran n'échappe pas à la règle. Durant toutes les années 80, on ne connaissait, pour cette tâche, que les troubles posturaux. C'étaient déjà des TMS, mais on n'observait pas de pathologie comme le syndrome du canal carpien, devenu fréquent. L'introduction de la souris, l'absence de formation à la frappe obligeant à regarder le clavier y sont certainement pour quelque chose.

Cependant, la demande des CRAM concernait presque uniquement le secteur industriel. On m'a affecté à cette unité qui comportait également deux techniciens (Morel et Reno). Nous nous sommes équipés d'un matériel très pointu permettant d'évaluer ces contraintes biomécaniques. Je crois que nous étions les seuls en France à le posséder et à l'utiliser sur le terrain. Il a été modernisé au fil du temps. Il s'agissait de recueillir, en télémétrie, l'électromyogramme (EMG) et les angles des poignets avec des goniomètres. J'en ai rapidement parlé pour des recherches dans le travail sur écran et je crois que cela mérite ici un développement.

Le recueil de l'EMG demande un certain savoir-faire que j'ai pu acquérir grâce au Dr Aptel. Il faut d'abord raser la peau, puis la dégraisser avec de l'alcool et la frotter légèrement avec un papier toile émeri humidifié. Tout cela a pour but d'abaisser la résistance de la peau car sinon, le signal est

inexploitable. Ensuite on peut coller les électrodes mais à des endroits bien précis de l'avant-bras, afin de se situer sur les muscles fléchisseurs. Enregistrer cet EMG équivaut à enregistrer la force de serrage. Avant le travail, on mesurait (avec un dynamomètre) la force maximale du sujet et l'EMG correspondant. Ensuite, pendant le travail, on pouvait exprimer les efforts en fonction de cette force maximale. Chaque opérateur avait donc son propre repère. Pour les angles du poignet, on positionnait le goniomètre sur le dessus de la main et de l'avant-bras en veillant à un bon alignement. On peut ainsi connaître, en permanence, l'angle du poignet dans les deux plans (flexion-extension, déviation cubitale ou radiale). En dérivant le signal, on obtient le nombre de mouvements du poignet par minute. Tout cela nécessite du matériel pour traiter ces signaux et sans les techniciens, je n'aurais rien pu faire. Et bien sûr, ces capteurs doivent être solidement fixés car le salarié bouge pendant le travail. Pour celui-ci, c'était son « heure de gloire » dans l'atelier. On le filmait et il fallait une synchronisation parfaite entre les signaux biomécaniques et l'image. Nous avons un logiciel permettant d'afficher simultanément les signaux biomécaniques et l'activité de ce salarié. On pouvait ainsi identifier les actions qui sont les plus à risque, ce qui était une mine d'informations pour l'entreprise concernée.

Pendant des années, j'ai fait, d'abord avec le Dr Aptel, puis ensuite sans lui mais toujours avec les techniciens, de très nombreuses interventions (montage de chaudières murales, de magnétoscopes, de châssis de poids lourds, de fours, de fixation de ski, de pompes pour réservoir à essence, une blanchisserie hospitalière...) avec ce matériel. Les données numériques obtenues ne pouvaient pas être contestées. Toutes ces assistances dans l'industrie m'ont permis de faire un parallèle entre les contraintes biomécaniques observées en secteur industriel et en secteur tertiaire. Dans le travail sur écran, les forces exercées sont nettement moindres, comme aussi la répétitivité des gestes. Les amplitudes articulaires sont également plus réduites. Les pathologies liées aux TMS sont également beaucoup moins nombreuses mais la position statique engendrée par le travail sur écran s'avère autant à risque de TMS qu'une forte répétitivité des gestes.

En complément de ce matériel, il m'est arrivé d'utiliser un *Palm Organizer*. Un technicien du laboratoire a modifié un logiciel existant (*Actogram Kronos*) pour permettre de déterminer le temps passé par le cou, l'épaule et le coude du salarié dans les zones à risque. En observant ce salarié de profil ou de dos, il fallait en même temps pointer, en alternance, sur deux zones (acceptable – pas recommandé) de l'écran à chaque passage de l'articulation dans une catégorie d'angle. Je faisais cela pendant 5 minutes pour chaque articulation. Cela réclamait beaucoup d'attention. On pouvait plus facilement le faire d'après vidéo, à condition de filmer sous le bon angle.

Dans les années 2000, avec Morel, j'ai fait une lourde assistance concernant les conducteurs de tram à Clermont-Ferrand. C'était en complément de celle menée par un cabinet d'ergonomie. On était en hiver. Mon collègue avait équipé le pupitre de commande d'un tram, de capteurs sur les boutons les plus activés. Il y en avait un qui concernait la sécurité sur lequel le conducteur devait appuyer au plus tard toutes les 12 secondes, sinon le tram s'arrêterait. Un système similaire équipe les postes de conduite des trains.

J'ai équipé quelques conducteurs de goniomètres pour les angles des poignets ; des fils les reliaient au poste émetteur qu'ils portaient à la ceinture. On se tenait derrière la cabine avec tout notre appareillage de recueil des signaux. Un jour, un gamin a dit à son copain « t'as vu le conducteur, il est sous perfusion ». J'ai également posé des électrodes pour la fréquence cardiaque. On filmait les mains des conducteurs et je notais les incidents de parcours. Sur une feuille, je leur demandais d'indiquer toutes les 2 heures les parties du corps où ils ressentaient une douleur et avec quelle intensité, sur une échelle de 0 à 10 (échelle de Borg). On a constaté que l'angle du poignet était parfois hors norme et surtout, que les conducteurs appuyaient pratiquement toutes les secondes sur le bouton sécurité pour mieux pouvoir se consacrer à la conduite. C'était devenu un automatisme. D'ailleurs quand on a dit à un conducteur que la sécurité était coupée, il continuait à appuyer. Ces résultats ont surpris et même inquiété l'entreprise. Elle prévoyait par la suite de revoir la conception de la cabine.

Mais il y a parfois des échecs. Ainsi, chez un fabricant de tracteurs agricoles, avec un collègue du département Ingénierie des équipements de travail, je suis intervenu pour évaluer des joysticks servant à manœuvrer une faucheuse sur bras articulé. On a filmé le conducteur dans sa cabine avec ces joysticks, ce qui m'a permis ensuite de mesurer, sur image et avec un goniomètre manuel, l'angle du poignet. Je leur ai donné quelques recommandations sur ce périphérique d'entrée tirées de la norme ISO 9241 qu'ils

ne connaissaient pas, et de même des recommandations tirées de normes européennes concernant les angles du poignet. Après plusieurs réunions, l'entreprise n'a plus donné suite.

JCS – Faisais-tu aussi de la formation et de l'information sur les TMS ?

FC – Je suis intervenu régulièrement dans les formations INRS consacrées aux TMS et une fois, pendant une semaine à l'île de la Réunion, pour les préventeurs. J'ai enseigné l'outil OSHA¹¹ qui permet de savoir rapidement, d'après observation, si un poste est à risque de TMS et l'outil OREGÉ¹², un outil papier-crayon pour le recueil et l'évaluation des gestes de travail. C'était pour des formations destinées à des ingénieurs de sécurité ou à des étudiants en ergonomie dans l'enseignement supérieur. Je pouvais abondamment illustrer ces formations par des exemples tirés des situations de travail que j'avais observées dans le secteur industriel.

En ce qui concerne l'information, j'ai participé en 1996 à l'élaboration d'un guide sur les TMS du membre supérieur qui fut périodiquement réactualisé par la suite. On a eu quelques différends avec l'ANACT qui nous reprochait de ne pas prendre suffisamment en compte l'organisation du travail et nous, nous leur reprochions de ne pas prendre suffisamment en compte les contraintes biomécaniques. Finalement, chacun a fait un pas vers l'autre et l'ANACT a contribué à l'élaboration de notre guide, comme j'ai contribué à l'élaboration du leur. J'ai aussi participé à la réalisation d'un CD ROM (devenu DVD plus tard) sur le sujet avec des images de synthèse animées pour expliquer les pathologies de ce membre. Ce CD comportait également des témoignages de divers acteurs d'entreprises confrontées au problème des TMS, ainsi que nos commentaires sur divers facteurs. Moi, je parlais de la répétitivité. Ce produit fut abondamment diffusé. À la demande du gouvernement, on a réalisé divers documents sur les TMS pour inciter certaines entreprises à agir dans ce domaine.

À titre anecdotique, durant les années 2010, j'ai fait lors de séminaires pour les collègues du département où je travaillais (Homme au Travail), que dirigeait le Dr Agnès Aublet-Cuvelier, des conférences avec un PowerPoint animé et sonore, sur les images du travail dans la peinture de 1830 à 1914, sur l'éclairage, la vision et la peinture, sur les précurseurs de l'ergonomie depuis l'antiquité jusqu'à Pearl Harbor, sur la représentation de l'anatomie au cours des siècles et sur l'histoire des automates. J'ai monté aussi, avec Morel, une exposition de reproduction de tableaux de peinture, dans le hall du bâtiment où je travaillais, sur le travail au temps jadis. Vulgariser fut toujours pour moi un réel plaisir.

JCS – Durant ta retraite, as-tu des activités en lien avec ton passé professionnel ?

FC – Après mon départ de l'INRS, je suis retourné m'installer dans ma ville natale. Pendant 2 ans, je me suis investi dans une association, EGEE (Entente des générations pour l'emploi et l'entreprise) pour aider les petites entreprises à réaliser leur document unique sur l'évaluation des risques, mais l'épidémie de Covid a mis fin à cette activité.

JCS – Merci beaucoup, François, pour ce retour détaillé sur ton activité professionnelle !

¹¹ Outil développé par l'agence fédérale américaine *Occupational Safety and Health Administration*, pour la prévention des blessures, maladies et décès dans le cadre du travail.

¹² Outil de repérage et d'évaluation des gestes, développé par l'INRS.