

# Mathématiques en environnement multimédia

Gérard Kuntz<sup>(\*)</sup>

*Cette rubrique (avec sa palette de couleurs) donne sa pleine mesure quand le lecteur explore et parcourt les nombreux liens qu'elle contient : le fichier électronique de la rubrique se trouve sur le site de l'APMEP/publications/le bulletin vert/les sommaires et articles/numéro 515.*

*Elle accueille volontiers les présentations de sites rédigées par ses lecteurs. Leurs diverses utilisations en classe est appréciée. N'hésitez pas à envoyer vos propositions.*

## 1°) Mayday<sup>(1)</sup>, danger dans le ciel, des investigations en vraie grandeur

Il n'est pas question ici de magnifier les films catastrophe, de médiocre intérêt. Les vidéos *Mayday, danger dans le ciel* sont directement issues des enquêtes, souvent extraordinairement poussées, durant plusieurs années parfois, pour comprendre ce qui a pu conduire un vol de routine à un désastre. Car comprendre, c'est éviter de nouvelles catastrophes, les mêmes causes produisant les mêmes effets<sup>(2)</sup>. Une bonne moitié de chaque vidéo est consacrée aux investigations mises en œuvre, avec des moyens considérables, pour élucider ce qui, au départ, relève de l'énigme.

Ces histoires sont vraies.

Elles sont basées sur les boîtes noires,  
les témoignages, et les rapports officiels.

### Des investigations méthodiques et approfondies

- Investigations qui parcourent *toute la vie de l'avion impliqué*, sa conception, sa maintenance, les réparations éventuelles qu'il a subies, détaillées dans les documents obligatoires qui accompagnent son exploitation ;
- Investigations *sur le terrain*, parmi les débris examinés dans le moindre détail pour y relever des anomalies ou de simples indices ;
- Investigations au sujet *des conversations dans le cockpit* et des centaines de paramètres enregistrés *dans les boîtes noires* ;
- Investigations dans *les conversations entre le poste de pilotage et les contrôleurs aériens* (qui suivent l'avion depuis son poste de stationnement à terre (avant le décollage) jusqu'à son nouveau stationnement après l'atterrissage) ;

(\*) g.kun67@free.fr

(1) <http://fr.wikipedia.org/wiki/Mayday>

(2) [http://www.dailymotion.com/video/x194785\\_dangers-dans-le-ciel-vol-air-ontario-363-usr-405\\_shortfilms](http://www.dailymotion.com/video/x194785_dangers-dans-le-ciel-vol-air-ontario-363-usr-405_shortfilms)

- Investigations dans *la vie professionnelle et personnelle de l'équipage* pour comprendre sa formation, son comportement, les incidents de carrière, sa fatigue ou son épuisement....

Car un accident d'avion est la rencontre aléatoire (et hautement improbable) de multiples causes indépendantes. Chacune des vidéos en fait foi.

### Un précieux matériau pour la classe

Ces documents peuvent devenir un précieux matériau d'étude et de formation dans les classes. Car elles mettent en évidence *les risques d'un manque de rigueur, des approximations dans la communication, du laisser-aller dans la maintenance, des lacunes dans la formation, des dangers de la fatigue et du travail de nuit*. Ces problèmes ne se posent pas que dans l'aviation civile, leurs conséquences y sont simplement démultipliées et particulièrement visibles.

Des activités interdisciplinaires (elles sont du dernier cri dans la réforme annoncée) peuvent y prendre appui : *en Terminale*, des enseignants de philosophie, de mathématiques et de physique pourraient introduire les élèves à des démarches et à des façons de penser qui n'ont plus rien de scolaire. C'est particulièrement pertinent dans *l'enseignement de l'ISN* (Informatique et Sciences du Numérique) où ces ressources méritent une exploitation attentive. *Car les mathématiques, la physique et les technologies de la communication (les plus en pointe) sont omniprésentes dans les enquêtes présentées.*

Mais c'est *dès le Collège* que ces vidéos peuvent servir d'outil pédagogique : un travail de groupe sur un des accidents abordés peut conduire les élèves à *décrire* l'enchaînement des causes indépendantes conduisant au drame, puis à relever les étapes de l'investigation (avec ses fausses pistes) : *un compte-rendu écrit et une présentation orale* compléteront l'exploitation du document. On voit le profit qui peut en résulter. Rien n'empêche les enseignants encadrant ces activités d'éclairer pour les élèves certaines notions mathématiques et physiques qui émergent tout naturellement.

Les vidéos de la série sont regroupées sur DailyMotion<sup>(3)</sup> ou sur YouTube<sup>(4)</sup>.

Voici deux situations décrites et analysées. Chacune présente une charge d'informations particulièrement importante.



Mayday danger dans le ciel - Vol US Airways 1493  
Par Danger-dans-le-ciel



Mayday danger dans le ciel - Vol Gol 1907 & November 600 X-ray Lima  
Par Danger-dans-le-ciel

(3) <http://www.dailymotion.com/user/Danger-dans-le-ciel/1>

(4) [https://www.youtube.com/results?search\\_query=danger+dans+le+ciel](https://www.youtube.com/results?search_query=danger+dans+le+ciel)



Mayday danger dans le ciel - Vol AA 96 et Turkish 981



Mayday danger dans le ciel - Vol air India 182

### Deux situations emblématiques

#### a) Vols Gol 1907 et November 600 X-ray Lima (29 septembre 2006)

La plus emblématique de la série relate la collision en plein vol au-dessus du Brésil, de deux avions<sup>(5)</sup> qui n'auraient jamais dû se rencontrer...

*Les contrôleurs aériens*, qui fixent la route et le niveau de vol, ont de lourdes responsabilités. Mais *le système informatique* utilisé par le contrôle brésilien n'est pas exempt de reproche, car il a induit les hommes en erreur. *L'équipage* d'un des avions n'avait visiblement pas la meilleure connaissance de *l'informatique embarquée*. Des graves difficultés techniques de maintien *des liaisons* avec le contrôle aérien ajoutent à la confusion... Pour couronner le tout, *la défection des systèmes anti-collision* des deux avions, à la suite de problèmes ergonomiques dans la conception d'un des appareils rendait la collision inévitable...

Bref c'est *tout le dialogue hommes-machines-réseaux* qui s'est révélé désastreux. On ne peut imaginer pire enchaînement d'erreurs humaines et techniques.

Il a fallu rectifier *en profondeur* les procédures et les systèmes informatiques concernés.

#### b) Vol SAS 686<sup>(6)</sup> (8 octobre 2001)



Avant cette date et depuis des années déjà, l'aéroport de Milan-Linate s'était installé dans un laisser-aller et un laisser-faire stupéfiants. Plusieurs catastrophes avaient été évitées de justesse, sans conduire à une réflexion d'ensemble pour juguler les risques. Quand le vol SAS s'élance dans un épais brouillard en ce 8 octobre 2001, toutes ces

(5) [http://www.dailymotion.com/video/x1844x4\\_mayday-danger-dans-le-ciel-vol-gol-1907-november-600-x-raylima\\_shortfilms](http://www.dailymotion.com/video/x1844x4_mayday-danger-dans-le-ciel-vol-gol-1907-november-600-x-raylima_shortfilms)

(6) [http://www.dailymotion.com/video/x1g9437\\_mayday-danger-dans-le-ciel-vol-sas-686\\_shortfilms](http://www.dailymotion.com/video/x1g9437_mayday-danger-dans-le-ciel-vol-sas-686_shortfilms)

défaillances sont brusquement mises en lumière, avec un coût matériel et humain démesurés : au moment de quitter la piste, un choc. Quelques secondes plus tard, l'avion s'écrase en flammes, sans que personne ne s'en aperçoive ! *Il fallut 3 minutes (c'est très long pour les victimes)* pour que la tour de contrôle découvre qu'un avion manquait sur les écrans et, plus encore, qu'un Cessna en attente au sol ne répondait plus aux appels !

Marquage au sol déficient, cartes de l'aéroport à la disposition des équipages différentes de la réalité, avertisseurs d'incursion de pistes débranchés (pour éviter les alertes intempestives...), radar de piste démonté depuis des années (c'est lui qui permet de voir les mouvements au sol), le nouveau radar de piste dormant dans des cartons à l'aéroport, *langage* de communication entre la tour de contrôle et les équipages *imprécis*, la liste de défaillances majeures est impressionnante.

Cette vidéo est parmi les plus utiles pour réfléchir *aux systèmes complexes et aux multiples interférences entre leurs éléments*. Et pour sortir du mythe imbécile d'une technologie toute puissante et naturellement protectrice.

Une autre vidéo traitant de l'incursion de piste<sup>(7)</sup> (un avion entre sur une piste déjà occupée par un autre) confirme le danger extrême d'un aéroport mal géré et de contrôleurs aériens débordés ou manquant d'expérience.

### D'autres situations à interroger

On pourrait continuer à détailler les catastrophes aériennes et les enquêtes sur leurs causes. Il n'y en a que trop. Le lecteur intéressé découvrira par lui-même quelques vidéos présentées plus rapidement ci-dessous. Et élargira sa propre recherche.

- ***Quand une confusion d'unités conduit au crash d'Air Canada 143***  
Une petite erreur de calcul (doublée du mauvais fonctionnement d'un processeur de contrôle), aux conséquences potentiellement cataclysmiques, n'eussent été un avion, un équipage et un contrôle aérien exceptionnels. Et une vidéo digne des meilleurs thrillers.
- ***Le poids du sort - Vol Air Midwest 5481***<sup>(8)</sup>  
Un avion régional s'écrase au décollage. L'enquête met en évidence des négligences graves dans la maintenance de l'appareil, mais insuffisantes pour expliquer à elles seules la catastrophe.  
Les enquêteurs s'intéressent au poids de l'appareil au décollage. Celui des passagers et de leurs bagages est calculé à partir d'estimations... largement périmées.  
*Pour les visiteurs pressés, cette partie commence aux environs de 36 minutes)*
- ***L'intelligence collective au secours d'un A380 en perdition***<sup>(9)</sup>  
Trois pilotes sont aux commandes d'un A380 (vol Qantas 32), sous l'oeil

(7) [http://www.dailymotion.com/video/x184pde\\_mayday-danger-dans-le-ciel-vol-us-airways-1493\\_shortfilms](http://www.dailymotion.com/video/x184pde_mayday-danger-dans-le-ciel-vol-us-airways-1493_shortfilms)

(8) [https://www.youtube.com/watch?v=8\\_ufdbXrKUw](https://www.youtube.com/watch?v=8_ufdbXrKUw)

(9) <https://www.youtube.com/watch?v=E7V5gJDP7Rk>

attentif de deux inspecteurs. Une explosion rompt la routine du vol. Les dégâts sont considérables.

Le salut est lié à la coopération sans faille des 5 pilotes et des ingénieurs des plate-formes techniques contactés en vol. Un exemple remarquable d'intelligence collective<sup>(10)</sup>.

- ***Des épisodes météorologiques extrêmes***<sup>(11)</sup>

Mais à eux seuls ils n'expliquent rien, comme le montre l'enquête après les accidents. Et quand les recommandations émises après le premier crash sont ignorées, la catastrophe suivante est annoncée...

- ***Vol Hélios 522***<sup>(12)</sup>

Quant un équipage interprète mal des alarmes de cockpit, cela peut finir par ... une panne sèche, la perte de l'appareil et de tous ses passagers.

- ***Vol AF 447 d'Air France (Rio-Paris)***<sup>(13)</sup>



Mayday danger dans le ciel - vol Air France 447

Les sondes Pitot<sup>(14)</sup> ont bon dos. Leur défaillance aurait dû être contournée sans grande difficulté (les reconstitutions en simulateur sont formelles), si l'équipage n'avait pas perdu toute lucidité au cœur de la nuit.

- ***Vol Japan Airlines 123***<sup>(15)</sup>

Le bouclier permettant la pressurisation du 747 avait été réparé sept ans plus tôt avec une seule rangée de rivets (au lieu des deux prévues par le constructeur). 12000 décollages plus tard c'est la catastrophe.

- Vol Aeroflot 593

L'adolescent et le pilote automatique...

(10) [http://fr.wikipedia.org/wiki/Intelligence\\_collective](http://fr.wikipedia.org/wiki/Intelligence_collective)

(11) [http://www.dailymotion.com/video/x194785\\_dangers-dans-le-ciel-vol-air-ontario-363-usr-405\\_shortfilms](http://www.dailymotion.com/video/x194785_dangers-dans-le-ciel-vol-air-ontario-363-usr-405_shortfilms)

(12) [http://www.dailymotion.com/video/x184sun\\_mayday-danger-dans-le-ciel-vol-helios-522\\_shortfilms](http://www.dailymotion.com/video/x184sun_mayday-danger-dans-le-ciel-vol-helios-522_shortfilms)

(13) [http://www.dailymotion.com/video/x11lyts\\_vol-af-447-les-raisons-d-un-crash-reconstitution-reportage-entierexclusif\\_news](http://www.dailymotion.com/video/x11lyts_vol-af-447-les-raisons-d-un-crash-reconstitution-reportage-entierexclusif_news)

(14) <http://www.parismatch.com/Actu/Societe/AF447-Les-sondes-Pitot-et-la-formation-des-pilotes-en-cause-157110>

(15) [http://www.dailymotion.com/video/x18dodb\\_mayday-danger-dans-le-ciel-vol-japan-airlines-123\\_shortfilms](http://www.dailymotion.com/video/x18dodb_mayday-danger-dans-le-ciel-vol-japan-airlines-123_shortfilms)

- Enfin deux exemples d'avions civils pris dans des conflits militaires.

? *Vol JAL 007*<sup>(16)</sup>

Où l'on peut être mêlé à un acte de guerre ... par erreur de route ! L'avion se trouvait à 700 kilomètres au nord de la route que l'équipage croyait suivre.

? *Vol DHL Oscar Lima Le*<sup>(17)</sup>



Mayday danger dans le ciel - Vol DHL  
Oscar Lima Lima Le

Un missile touche l'aile de l'avion cargo sous le regard médusé d'une journaliste de Paris Match, invitée à la fête (mais que diable était-elle allée faire en cette galère ?)... Le pilote pose l'avion malgré les dégâts et la perte totale des commandes hydrauliques. L'équipage a quelquefois une certaine utilité...

« Ce que j'ai fait, je te le jure, jamais aucune bête ne l'aurait fait ».

Henri Guillaumet<sup>(18)</sup> pourrait être paraphrasé : « Ce que j'ai fait, je te le jure, jamais aucun système électronique embarqué ne l'aurait fait ».

Etc.<sup>(19)</sup>

Etc.<sup>(20)</sup>

À partir de ce très riche matériau issu de l'histoire de l'aviation civile, des professeurs imaginatifs peuvent créer des séquences d'enseignement et des formations percutantes. Et sans doute intéresser bien des élèves, tout en les convaincant que la vraie vie n'est pas un jeu vidéo... Et que les mathématiques, la physique, les technologies sont au cœur du monde actuel.

## 2°) Quelques brèves (elles ouvrent sur de vastes espaces)

### a) Après les MOOCs, voici les SPOCs !

Trop impersonnels, les MOOCs<sup>(21)</sup> ne parviennent pas à captiver les étudiants *qui les*

(16) [http://www.dailymotion.com/video/x18fy3p\\_mayday-danger-dans-le-ciel-vol-007\\_shortfilms](http://www.dailymotion.com/video/x18fy3p_mayday-danger-dans-le-ciel-vol-007_shortfilms)

(17) [http://www.dailymotion.com/video/x18fypt\\_mayday-danger-dans-le-ciel-vol-dhl-oscar-lima-lima-le\\_shortfilms](http://www.dailymotion.com/video/x18fypt_mayday-danger-dans-le-ciel-vol-dhl-oscar-lima-lima-le_shortfilms)

(18) [http://fr.wikipedia.org/wiki/Henri\\_Guillaumet](http://fr.wikipedia.org/wiki/Henri_Guillaumet)

(19) <http://www.dailymotion.com/user/Danger-dans-le-ciel/1>

(20) [https://www.youtube.com/results?search\\_query=danger+dans+le+ciel](https://www.youtube.com/results?search_query=danger+dans+le+ciel)

(21) [http://fr.wikipedia.org/wiki/Formation\\_en\\_ligne\\_ouverte\\_%C3%A0\\_tous](http://fr.wikipedia.org/wiki/Formation_en_ligne_ouverte_%C3%A0_tous)

abandonnent souvent avant leur terme. Le modèle des SPOCs<sup>(22)</sup>, basé sur une sélection et qui donne un diplôme, fait son apparition.

### b) Remarques sur l'enseignement des probabilités et de la statistique au Lycée



Daniel Perrin<sup>(23)</sup> offre aux enseignants de lycée une réflexion particulièrement subtile. L'article est un libre propos dans la revue *Statistique et enseignement*<sup>(24)</sup>.

### c) France Culture nous aide à penser la révolution numérique :

- Le big data menace-t-il nos libertés ?<sup>(25)</sup>  
Autour de cette question, l'équipe de la *Grande table* a convié Eric Sadin, écrivain, philosophe, auteur de *La vie algorithmique, critique de la raison numérique* (L'Échappée, mars 2015). Pour l'interroger, Dominique Cardon sociologue, chercheur au laboratoire des usages d'Orange Labs et au Centre d'études des mouvements sociaux (EHESS).  
Log out : débrancher la perfusion numérique<sup>(26)</sup>  
La dépendance aux nouvelles technologies serait-elle devenue le mal du siècle ?... Qui se déconnecte aujourd'hui et pourquoi ?... Peut-on se déconnecter, même au travail, et dans quelles conditions ?... comment retrouver la maîtrise de notre usage des nouvelles technologies – sans forcément s'en détourner totalement !?

### d) Un puzzle d'addition binaire pour la semaine des maths à la Réunion

Un projet transversal maths/techno a été mené en 2015 en terminale STI2D SIN 1, au Lycée Roland Garros (La Réunion), pour monter, puis exposer un puzzle d'addition binaire lors de la semaine des maths. Le document est dû à Alain Busser<sup>(27)</sup>.

(22) <http://etudiant.lefigaro.fr/orientation/actus-et-conseils/detail/article/apres-les-mooc-decouvrez-les-spoc-le-nouveauformat-de-l-enseignement-a-distance-5798/>

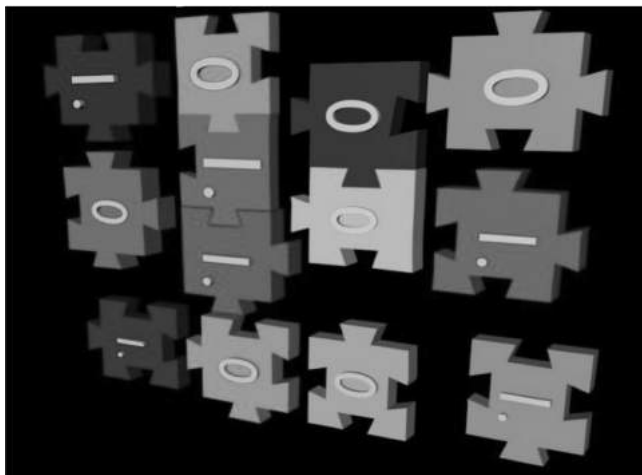
(23) <http://www.math.u-psud.fr/~perrin/>

(24) <http://publications-sfds.math.cnrs.fr/index.php/StatEns/article/view/427/405>

(25) <http://www.franceculture.fr/emission-la-grande-table-2eme-partie-le-big-data-menace-t-il-nos-libertes-2015-04-21>

(26) <http://www.franceculture.fr/emission-culturesmonde-la-deconnexion-44-%E2%80%93-log-out-debrancher-laperfusion-numerique-2015-04-23>

(27) <http://lycee-roland-garros.ac-reunion.fr/spip/spip.php?article1097&lang=fr>



e) Un professeur de mathématiques réalise un poisson d'avril très spectaculaire



Une vidéo s'oppose à son auteur... en direct

La vidéo est ici<sup>(28)</sup> (avec sous-titres en français).

Et voici l'article<sup>(29)</sup> qui présente plus complètement cette réalisation assez stupéfiante.

f) Quelques articles parus dans MathémaTICE

MathémaTICE

Intégration des TICE dans  
l'enseignement des mathématiques

Géométrie dans l'espace sur tablettes en Primaire<sup>(30)</sup>

Musique sérielle sous LibreOffice<sup>(31)</sup>

(28) <http://www.koreus.com/video/poisson-avril-cours-maths.html>

(29) [http://www.huffpostmaghreb.com/2015/04/04/poisson-davril-professeur-math-classe-presentationvideo\\_n\\_7003712.html](http://www.huffpostmaghreb.com/2015/04/04/poisson-davril-professeur-math-classe-presentationvideo_n_7003712.html)

(30) <http://revue.sesamath.net/spip.php?article725>

(31) <http://revue.sesamath.net/spip.php?article721>



A propos de PluriAlgo<sup>(32)</sup>, un logiciel d'algorithmique pluri-langages  
La navigation au temps du roi Jean II du Portugal<sup>(33)</sup>.

### **g) Les métiers des mathématiques et de l'informatique**

La nouvelle brochure est ici<sup>(34)</sup>

Voir aussi<sup>(35)</sup> les filières professionnelles de la statistique.

### **h) Etude de l'impact socio-économique des mathématiques en France**

Les mathématiques constituent un atout essentiel pour relever les défis de demain :  
connaissance, innovation, compétitivité. Le document est accessible ici<sup>(36)</sup>.

---

(32) <http://revue.sesamath.net/spip.php?article703>

(33) <http://revue.sesamath.net/spip.php?article717>

(34) <http://metiers-mathsinfo.fr/>

(35) <http://publimath.irem.univ-mrs.fr/biblio/AAA14042.htm>

(36) <http://revue.sesamath.net/sites/revue.sesamath.net/IMG/pdf/etudeimpactsocioeconomiequedesmathematiquesenfrance-rapportfinal.pdf>