

Aéroport International
ATELIER
CITOYEN
Nantes-Atlantique

PISTE

LES CAHIERS
DE
L'ATELIER
CITOYEN



En mémoire de Michel Tarin qui, dès 2002, réfléchissait avec Solidarité-Ecologie au réaménagement de Nantes-Atlantique comme alternative au projet de Notre-Dame-des-Landes.

Auteurs des cahiers, membres, soutiens et sympathisants de l'Atelier Citoyen :

Nombreux sont ceux à qui ces cahiers doivent beaucoup : pour leurs contributions, pour leur soutien généreux, pour leur aide précieuse, pour leur collaboration sans faille, pour leur dévouement désintéressé.

(par ordre alphabétique) : Dominique Badier, Jacques Bankir, Jacques Bernard, Claude Bord, P.B., Antoine Chauvet, D.C., Lila Dida, Arnaud du Crest, C.D., G.D., P.D., Jean-Paul Duguy, Catherine Esnee, Franco Fedele, Ivan Fouquet, Richard Franck, J.F., Reno Geng Ortoli, Émilie Girard, Alain Grandguillot, Philippe Guigon, Gabriel Guillet, M.G., P.G., Brigitte Heridel, Joel Heridel, J-L.H., Mercerolle Jacky, Benoit Jounot, Geneviève Leboutoux, Florence Loquais, Thierry Masson, Anthony Meignen, Odile Meunier, François Nicolas, Franck Nicolon, Patrick Nicolon, Bernard Onno, Catherine Pajot, Philippe Peneau, Daniel Pissère, J.P., Jean-Marie Ravier, Jacques Robin, Jean Robineau, Chrysteले Savatier, Hervé Thébaud, Michel Thomazeau, B.T., Françoise Verchère.

Les cahiers ont bénéficié du projet NEXUS pour la desserte de Nantes-Atlantique par trains TER et intercités mis à disposition par Annie Le Gal La Salle et Bernard Fourage ; ils ont aussi bénéficié des recherches du Labo Meta Urbain sur la Ville de Bouguenais, ainsi que des études considérables réalisées par le Cédpa depuis de nombreuses années sur l'aéroport de Nantes-Atlantique.

Sans oublier toutes celles et ceux qui ont préféré garder l'anonymat ou dont nous n'avons pas reçu l'autorisation de diffuser le nom.

Qu'elles/ils soient toutes, tous, et chacun, très chaleureusement remercié(e)s.

SOMMAIRE

Introduction	05
Partie 1 : Historique de la piste d'hier à aujourd'hui	08
Partie 2 : Les modifications potentielles de la piste	12
Partie 3 : Les aménagements potentiels autour de la piste	20
Partie 4 : Le chiffrage	24
Annexes	34

INTRODUCTION



Nantes-Atlantique (printemps 2014).

Selon la DGAC, la piste actuelle de Nantes-Atlantique souffre de tares rédhibitoires et doit être refaite de fond en comble pour un coût de 355 M €.

Le groupe de travail Piste de l'Atelier Citoyen, s'appuyant sur les connaissances d'un expert ayant travaillé aux réfections de cette piste pendant trente ans, a analysé dans le détail le travail de la DGAC (Direction Générale de l'Aviation Civile). Il en rejette l'essentiel, et conclut qu'un simple **resurfaçage**, additionné de quelques mises en conformité, conviendra parfaitement, le tout pour un coût de **25 M €**.

Les principaux points mis en avant dans l'analyse faite par la DGAC sur Nantes-Atlantique sont les suivants :

L'infrastructure de la piste est faible (indice CBR4 d'un bout à l'autre).

Sur 2 000 m, la piste actuelle s'appuie en réalité sur les plaques en béton de la piste construite par l'occupant pendant la guerre. Les resurfaçages additifs successifs ont renforcé la piste et on n'a jamais mis en évidence de faiblesses structurelles malgré l'accueil régulier de très gros porteurs (747, disparus depuis du ciel nantais) pendant des années.

Tout au plus faudra-t-il renforcer légèrement les 300 m de l'extrémité nord et les 600 m de l'extrémité sud (une légère surépaisseur suffira).

Il est nécessaire de prolonger la piste à 3 600 m pour accueillir des gros porteurs déroutés.

Quelle que soit l'origine d'un éventuel vol dérouté, il dispose de nombreuses autres possibilités de déroutement (Notre-Dame-des-Landes n'aurait de piste de 3 600 m qu'en 2052).

Il est nécessaire de corriger les creux et bosses du profil actuel.

Ce travail, qui n'a jamais été demandé lors des précédents resurfaçages, peut parfaitement être réalisé à cette occasion, et pour un coût modéré (cette modification est intégrée dans notre chiffrage).

Il est nécessaire d'élargir la piste à 60 m.

Ceci est souhaitable en cas de grosses populations de très gros porteurs quadriréacteurs. Néanmoins, ces appareils ont disparu du ciel nantais depuis quelques années, pour ne jamais revenir. Les compagnies actives à Nantes les ont remplacés par des gros biréacteurs A330/350, B777/787 qui se satisfont parfaitement des 45 m de la piste actuelle.

Il est nécessaire d'avoir 36 postes de stationnement sur 590 000 m².

On peut largement se contenter des 23 postes actuels pour un total de 121 600 m² (NDL est prévu avec 20 postes sur 101 800 m²). En cas de besoins, de vastes espaces herbeux sont disponibles entre les halls 1, 2 et 3 et la tour.

Le chiffrage de l'Atelier Citoyen (25 M €) inclut l'élargissement de 2,50 m du taxiway, des bretelles de sortie rapide, la prolongation de 60 m de la piste pour améliorer le fonctionnement des systèmes électro magnétiques de guidage, et l'installation d'une rampe lumineuse côté nord. Ce chiffrage est tout à fait cohérent avec des rénovations récentes des pistes Franckfort 1 et 2, Orly 1, CDG 4, et Tahiti.

PARTIE 1.

HISTORIQUE DE LA PISTE D'HIER À AUJOURD'HUI

La piste en 1966.

Les dates clés de l'histoire de Nantes-Atlantique

1928 : Ouverture d'une piste en herbe, 50 ha à vocation militaire.

1932 : Ouverture de la piste au trafic civil, servant notamment à l'usine BREGUET située juste à côté.

1939 : Réalisation d'une piste en béton de 900 m de long sur 40 m de large, et d'orientation 13 /31¹ (est-ouest).

1940/1944 : Occupation importante du terrain militaire.

Mai 1945 : La piste principale bascule vers la piste d'orientation 03/21¹ (nord-sud). Construite en béton, elle fait 1 535 m de long par 80 m de large.

1948 : Extension de l'emprise au sol à 300 ha, puis 340 ha.

1951 : Début des activités commerciales.

De 1954 à 1960 : La zone aéroportuaire fut aménagée et les pistes furent allongées et balisées. La voie ferrée Nantes - Sainte-Pazanne (allant jusqu'à Pornic) fut déviée un peu plus tard en 1963. Cet aéroport prit alors pour nom **Aéroport International Château Bougon**.

¹. 13/31 et 03/21 : notation pour définir l'orientation d'une piste.

1962 : La piste est prolongée à 1 845 m.

1967 : La piste est prolongée à 2 095 m.

1974 : Prolongation de la piste à 2 695 m sur un terrain nécessitant un drainage renforcé.

1976 : Prolongation de la piste vers le nord de 205 m avec raquette de retournement². Le terrain nécessite un drainage vers le Bougon.

De 1986 à 1988 : Réalisation par étapes du taxiway.

1988 : L'aéroport est renommé **Nantes-Atlantique**.

1995 : Mise en place de la nouvelle tour de contrôle.

1997 : Extension de l'aérogare avec la création du HALL 3.

2002 : Extension de l'aérogare avec la création du HALL 4.

Depuis 1970 : Réalisation de surfacages additifs tous les dix ans environ, alternance entre les entreprises COLAS et SCREG.

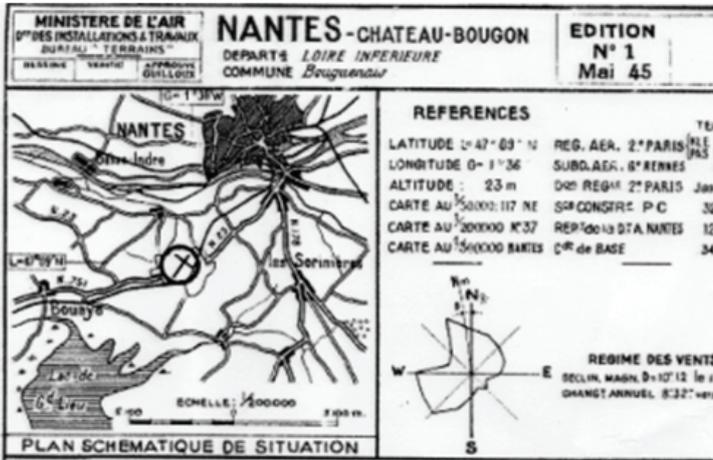
2011 : AGO (Vinci) remplace la CCI (Chambre de Commerce et de l'Industrie) comme concessionnaire.

On notera que la zone à l'ouest de la piste est encore un terrain militaire, non dépollué, et non utilisable en l'état. L'aéroclub est le plus ancien occupant de la plateforme, il est propriétaire de 6 000 m² de terrains et de hangars.

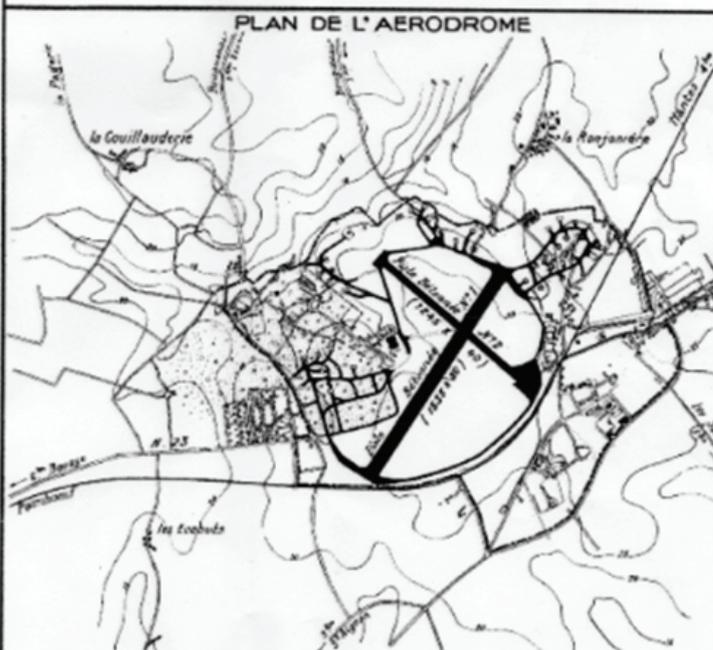


Nantes-Atlantique en 1949 (à gauche) et aujourd'hui (à droite).

². Raquette de retournement (ou aire de demi-tour) : aménagement permettant aux aéronefs de faire demi-tour en bout de piste.



Cliché aérien du 17 août 1944, n°5062, série U.S.34, 1876.



Piste de l'aéroport Château Bougon en 1974 (INA).



Aérodrome de Château Bougon, 1974 (INA).

Quelques chiffres sur Nantes-Atlantique aujourd'hui

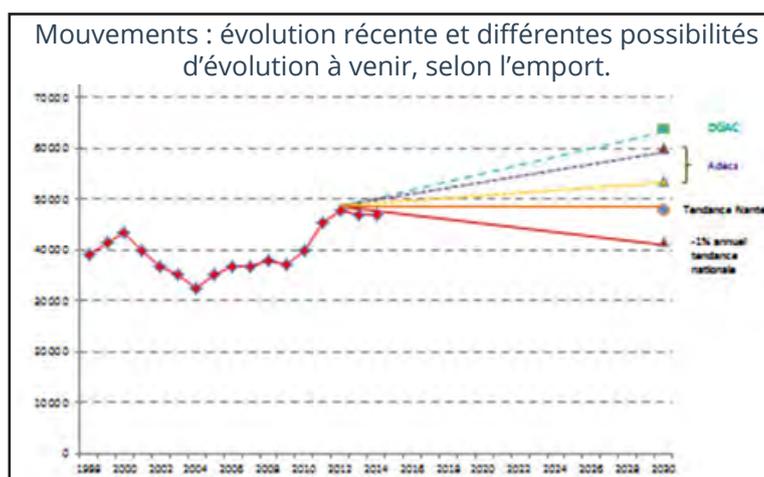
On note que le nombre de mouvements (commerciaux + VFR) décroît sur la période, alors que le nombre de passagers fait plus que doubler.

Cette stabilité du nombre de mouvements n'est pas spécifique à Nantes, elle a toutes les chances de se poursuivre à long terme.

Année	Mouvements	Mouvements : variation annuelle	Passagers	Passagers : variation annuelle
2000	72 154		1 992 909	+7,1 %
2001	71 027	-1,5 %	1 981 438	-0,5 %
2002	64 279	-9,5 %	1 876 903	-5,2 %
2003	63 813	-0,7 %	1 905 855	+1,6 %
2004	61 448	-3,7 %	1 938 400	+1,8 %
2005	61 849	+0,7 %	2 161 177	+11,5 %
2006	57 849	-6,4 %	2 423 778	+12,2 %
2007	54 858	-5,1 %	2 589 590	+6,9 %
2008	53 084	-3,2 %	2 731 563	+5,5 %
2009	52 364	-1,3 %	2 650 611	-2,9 %
2010	55 861	+6,7 %	3 031 510	+14,4 %
2011	60 800	+8,9 %	3 246 226	+7,1 %
2012	68 622	+12,9 %	3 631 693	+11,9 %
2013	68 417	-0,2 %	3 930 849	+8,3 %
2014	69 940	+2,3 %	4 157 284	+5,8 %

Evolution du trafic à Nantes-Atlantique,
Source UAF 21 mars 2014.

Impact des hypothèses d'emport
(nombre moyen de passagers par avion)
sur le nombre de mouvements commerciaux
Source Eurocontrol.



PARTIE 2.

LES MODIFICATIONS POSSIBLES DE LA PISTE

La bosse de la piste. Des travaux sur l'épaisseur, la longueur et la largeur de la piste sont à prévoir à Nantes-Atlantique dans le cas d'un maintien de l'activité, selon la DGAC.

Epaisseur et solidité : état de l'infrastructure et du sol sous-jacent.

Ce que dit la DGAC

*"La structure de l'ensemble des chaussées n'est pas suffisamment forte pour offrir un niveau de portance suffisant. Dès l'horizon de 5 millions de passagers, il apparaît un déficit de qualité de la chaussée à la fois sur la piste, sur l'ensemble des voies de circulation et sur les aires de stationnement. Si aujourd'hui, un entretien régulier de ces chaussées par resurfacement permet d'accueillir le trafic actuel dans une stratégie de court terme, il s'avère insuffisant avec une perspective de moyen terme. En particulier, une rénovation complète avec mise à niveau de toute la structure de la chaussée doit être envisagée. Elle permet ensuite par simple rechargement d'accompagner l'augmentation progressive du trafic."*¹



Synthèse du rapport d'étude de la DGAC, novembre 2013.

1. Synthèse du rapport d'étude sur l'Evaluation du réaménagement de Nantes Atlantique dans le scénario d'un maintien de l'activité, DGAC-STAC, novembre 2013, 108 pages.

Dans l'optique d'un maintien de Nantes-Atlantique, la Direction Générale de l'Aviation Civile (DGAC) préconise dans son rapport **une vérification de la portance de la chaussée**. Cette dernière doit en effet être suffisamment dimensionnée pour supporter le trafic annoncé. Dans le cas contraire, une portance insuffisante de la piste conduirait à une dégradation prématurée de la chaussée.

Pour dimensionner la piste, **il faut alors comparer l'épaisseur équivalente de la chaussée existante à l'épaisseur équivalente nécessaire pour accueillir le trafic annoncé**.

L'épaisseur équivalente d'une chaussée est égale à la somme des épaisseurs équivalentes de chaque couche qui constitue la chaussée (l'épaisseur équivalente d'une couche est quant à elle égale à son épaisseur réelle multipliée par un coefficient numérique appelé coefficient d'équivalence dépendant de la nature et de la composition du produit mis en oeuvre).

Si l'épaisseur équivalente existante est inférieure à l'épaisseur équivalente nécessaire, des travaux de renforcement ou de réfection seraient alors à prévoir pour accueillir le trafic prévisionnel.

Le dimensionnement d'une chaussée nécessite également la prise en compte de trois paramètres fondamentaux :

- le type, le trafic et les masses (atterrissage et décollage) des avions susceptibles d'emprunter les infrastructures ;
- la pondération des charges en fonction de l'aire dimensionnée ;
- les caractéristiques mécaniques de la plateforme ou du sol support des chaussées.

Pour désigner et caractériser le sol support de la chaussée en place, la DGAC utilise un indicateur international, le **CBR**². Il permet de caractériser la résistance mécanique du sol support et des couches non traitées constituant la chaussée.

Pour les chaussées de Nantes-Atlantique, la DGAC affirme que le sol support est équivalent à un CBR de 4. Ce niveau désigne en réalité une classe de portance très faible.

En comparaison, un CBR de 7 désigne une classe de portance faible, tandis qu'un CBR supérieur à 13 correspond à une classe de portance forte.

Classification des types de sol en fonctions des CBR. Source : LCPC-SETRA, 2003.

Indice portant CBR	Type de sol
CBR = 3	Argils fines saturées, sols tourbeux, faible densité sèche, sol contenant des matières organiques, etc.
3 = CBR = 6	Limons plastiques, argileux et argilo plastiques, argiles à silex, alluvions grossières, très sensibles à l'eau
6 = CBR = 10	Sables alluvionnaires, argileux ou fins limoneux, graves argileuses ou limoneuses, sols marneux contenant moins de 35 % de fines
10 = CBR = 20	Sables alluvionnaires propres avec fines < 5 %, graves argileuses ou limoneuses avec fines < 12 %
20 = CBR = 50	Matériaux insensibles à l'eau, sables et graves propres
CBR > 50	Matériaux rocheux sains, etc. Chaussées existantes

². CBR : California Bearing Ratio, essai de caractérisation mécanique des sols. Essai soumis à la norme NF P 94-078.

Le dimensionnement de la DGAC, pour le scénario à 5MPax, est donné dans les tableaux ci-contre. Il apparaît que dès 5MPax, la plupart des chaussées existantes ne sont pas suffisamment dimensionnées pour un tel trafic.

Limite de ce dimensionnement

Cette hypothèse de CBR constant sur toute la plate-forme à la valeur extrêmement faible de 4 est plus que surprenante, vu la proximité d'une carrière et du bon drainage général. On pourrait plutôt s'attendre à un CBR de l'ordre de 10, sauf peut-être sur les 300 m au nord et les 600 m au sud de la chaussée (zones où l'épaisseur équivalente requise est plus importante d'après la DGAC). Nantes-Atlantique possède en effet un piste hybride, puisque ses extrémités sur 300 et 600 m sont dites souples, contrairement à son centre posé sur du béton.

En ce qui concerne le taxiway, quelques zones avec un CBR de 6 serait vraisemblablement plus pertinent.

Les valeurs de CBR de 3 à 5 sont des valeurs extrêmement faibles, rencontrées dans des terrains vaseux ou argileux, comme à Notre-Dame-des-Landes par exemple.

On remarquera également que tous les resurfaçages ont été additifs. L'épaisseur de la chaussée est donc assez importante, et devrait largement suffire (sauf en cas de CBR très faible). De plus, l'ancienne piste en béton est toujours présente sur 1 900 m, et fournit ainsi une sous-couche résistante.

Aucun désordre, ni affaissement ou dommage de la piste n'a jamais été constaté lors de ces travaux de resurfaçage, bien que Nantes-Atlantique ait accueilli jusqu'à 2010 un trafic significatif de très gros porteurs (CORSAIR 747- 400 Masse Maximale Décollage 450T) sans désordres notables. De plus, dans les années à venir, on aura de façon significative (plus d'un mouvement par semaine) des A330/350, ou B787 (de environ 230 tonnes), en moyenne un tiers moins lourd que le 747-400 (400 tonnes).

Conclusion

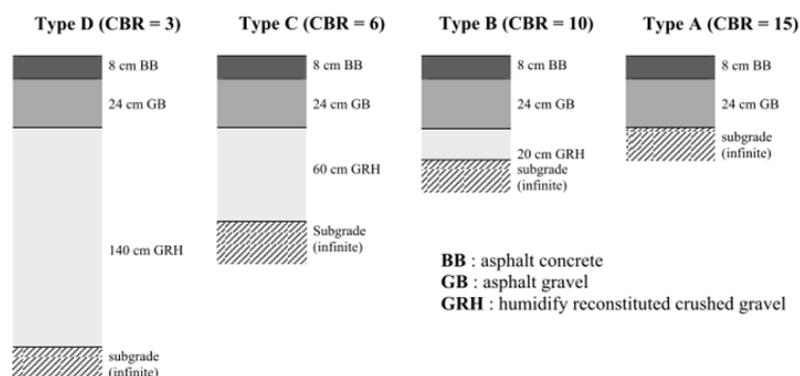
La valeur de 4 du CBR retenu par la DGAC est très sérieusement remise en question, sauf peut être aux extrémités. Dans tous les cas, il n'y a aucunement besoin de refaire la piste de fond en comble. Un simple resurfaçage (éventuellement renforcé dans les 300 m nord et les 600 m sud) suffit amplement (voir annexe 1 pour plus de renseignements sur le CBR).

Section de l'ouvrage	CBR du sol support	Epaisseur équivalente de la structure (cm)	Epaisseur équivalente requise (cm)
PM 0 – PM 600	4	123 cm	145 cm
PM 600 – PM 740	4	104 cm	119 cm
PM 740 – PM 840	4	117 cm	119 cm
PM 840 – PM 970	4	107 cm	119 cm
PM 970 – PM 1900	4	98 cm	119 cm
PM 1900 – PM 1980	4	135 cm	119 cm
PM 1980 – PM 2360	4	110 cm	119 cm
PM 2360 – PM 2630	4	106 cm	145 cm
PM 2630 – PM 2900	4	100 cm	145 cm

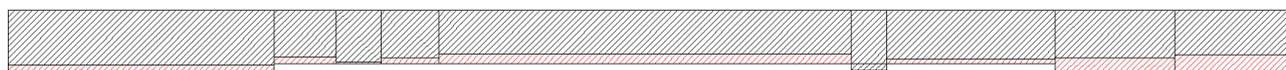
Dimensionnement de la piste principale (orientation 03/21),
Source DGAC.

Section de l'ouvrage	CBR du sol support	Epaisseur équivalente de la structure (cm)	Epaisseur équivalente requise (cm)
R1	4	108 cm	139 cm
R2	4	110 cm	139 cm
R3	4	104 cm	145 cm
R4	4	104 cm	140 cm
R5	4	111 cm	139 cm

Dimensionnement du taxiway parallèle,
Source DGAC.



Détail des épaisseurs des couches des chaussées suivant le CBR du sol.
Source : LCPC/Airbus/STBA, A380 pavement experimental programme, 2001.



Epaisseur équivalente de la piste existante (en noir) et épaisseur équivalente requise (en rouge).

Opportunité d'un allongement et d'un élargissement de la piste

Ce que dit la DGAC

"D'abord, à court terme, et du fait de la prochaine réglementation européenne, des aires de sécurité devraient être mises en oeuvre en amont et en aval de la piste, d'une longueur de 240 m à chaque extrémité de bande de piste. Pour ne pas empiéter sur la longueur de piste actuelle qui est de 2 900 m, ces aires devraient être aménagées essentiellement en décalant la piste vers le sud.

D'autre part, il conviendrait que cet aéroport puisse accueillir ponctuellement des très gros porteurs (A380, B747- 800), soit à l'occasion d'un besoin de trafic commercial particulier, soit pour accueillir des avions en déroutement dans le grand ouest. Dans un souci d'économie, cette exigence serait couverte a minima dans un premier temps par la mise en place de raquettes de retournement à chaque extrémité de piste, la création d'un poste de stationnement très gros porteur et la mise en place d'un cheminement d'une largeur suffisante entre la piste et ce poste de stationnement. Ceci conduit à espacer plus largement les axes de piste et de voie de circulation; cet objectif serait toutefois assuré sans surcoût dès lors que les paragraphes précédents ont mis en évidence le besoin de refaire la structure des chaussées.

Ensuite, à long terme et afin d'accueillir des aéronefs types B747-400 ou B777-300 à pleine charge au décollage, un allongement de la piste à 3 600 m serait requis. Les allongements de piste sont systématiquement proposés côté Sud."

Selon la DGAC, un élargissement et un allongement de la piste de Nantes-Atlantique devraient être mis en oeuvre, essentiellement en application de l'annexe 14 de la Convention de Chicago (OACI), qui sera bientôt reprise dans la réglementation européenne.

La DGAC préconise donc d'une part, un élargissement de la piste à 60 m dès 5MPax³ à l'occasion de sa réfection (pour accueil occasionnel de très gros porteurs⁴), et d'autre part un allongement de la piste à 3 600 m dès 9MPax⁵.

L'allongement

Les très gros porteurs sont déjà venus à Nantes (Boeing 747-400 et 777). Mais les 747-400 ont déserté le ciel nantais, et les 340 sont en train de disparaître à leur tour. En attendant une hypothétique remise en service, ces avions sont stockés en grande partie dans le désert de Mojave aux Etats-Unis⁶. Le 777 a quant à lui peu de succès auprès des opérateurs charters actifs en France depuis deux ans, il a de ce fait disparu des statistiques nantaises. **En 2013 et 2014, pas un 747, ni un 777, ni un 340 ne se sont donc posés à Nantes-Atlantique.**

Ces appareils sont aujourd'hui remplacés par des aéronefs plus petits, comme les A330 et A350/B787. Ces appareils plus modestes se satisfont d'une piste de 2 900 m ainsi que tous les appareils non gros porteurs (99% du trafic actuel ou prévu pour lesquels 2 400 m suffisent). D'ailleurs, Vinci ne prévoit de prolonger la piste nord de Notre-Dame-des-Landes de 2 900 à 3 600 m qu'en toute fin de concession, soit après 2052.

Quand bien même les très gros porteurs reviendraient à Nantes-Atlantique, il faudrait tenir compte des performances des avions actuels (gros porteur classe B777 et A350). Ceux-ci peuvent décoller à masse maximale sur 2 900 m de piste tant que la température n'excède pas le standard de 15°C. Au-delà, l'air devient moins porteur avec la chaleur. Les 2 900 m sont donc une contrainte physique. Il faudra alors limiter la masse au décollage pour permettre à l'avion de décoller.

Dans le cas d'un déroutement pour diverses raisons, une piste de 2 900 m peut accueillir n'importe quel avion, étant donné que la masse maximale à l'atterrissage est toujours inférieure à la masse maximale au décollage. Les 2 900 m de piste suffisent dans la quasi-totalité des cas à part les très rares vols hyper longs et/ou hyper lourds peu de temps après le décollage. Mais là encore, il y a de nombreuses autres possibilités en dehors de Nantes-Atlantique, sans parler des aéroports anglais pour les vols transatlantiques.

³. Abréviation pour "5 millions de passagers".

⁴. Article CS ADR-DSN.B.045 du projet de réglementation AESA.

⁵. Pour l'accueil de certains aéronefs à pleine charge, notamment les B777-300 et B747-400.

⁶. Boeing et Airbus utilisent le désert du Mojave pour stocker et réaliser des opérations de maintenance sur leurs avions. Les déserts américains de Mojave et de Sonora en Arizona sont célèbres pour abriter des cimetières d'avions.



Aéroports susceptibles d'accueillir des gros porteurs en déroutement.

Source : Datar, trafic passager 2009, DGAC.

De grosses crises ont déjà su être gérées à Nantes-Atlantique, comme l'éruption volcanique irlandaise en avril 2010, avec triplement du trafic pendant une semaine. L'ancienne piste transversale (orientée 13/31) a également su accueillir, en parking, bon nombre de 747 déroutés suite à d'épais brouillards et tempêtes de neige dans la moitié nord de l'hexagone.

Propositions

Nantes-Atlantique n'a aucunement besoin de rallonger sa piste avant 2052. Seule une prolongation de 60 m à l'extrémité sud s'avère nécessaire pour être en conformité avec les normes des aires de sécurité.

Un musoir protégeant une antenne est placée à 28 m de l'extrémité de la TODA⁷ 2900 m. Pour être dans les normes il faudrait une RESA⁸ de 90 m donc un décalage du seuil de piste 03 de 62 m vers le sud pour maintenir une longueur de piste de 2 900 m.

Le groupe de travail Trajectoire prévoit d'équiper l'extrémité nord de la piste d'une rampe lumineuse d'approche (analogue à celle de l'aéroport de Montpellier) de 420 m, installation nécessaire pour l'implantation de l'indispensable ILS CAT I. Cet équipement très désirable, décrit en détail dans le cahier Trajectoire de l'Atelier Citoyen, nécessiterait l'acquisition de 5000 m² de foncier.



Vue aérienne de la rampe lumineuse d'approche de l'aéroport de Montpellier.



Implantation potentielle d'une rampe lumineuse d'approche à Nantes-Atlantique.

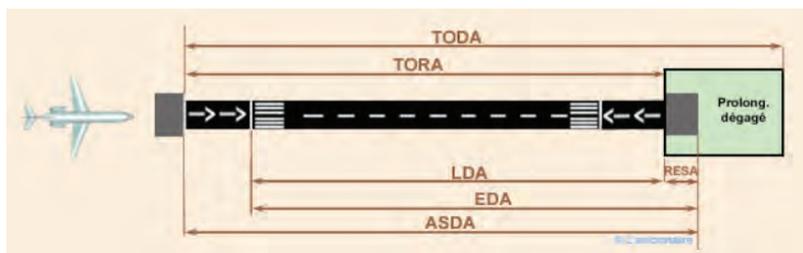


Schéma des distances des pistes.

⁷. TODA : *Take-Off Distance Available*, soit la longueur de roulement au décollage utilisable, à laquelle s'ajoute éventuellement le prolongement dégagé.

⁸. RESA : *Runway End Safety Area*, soit l'aire de sécurité d'extrémité de piste. Elle est un moyen officiel pour limiter les risques de dommage de l'avion lors d'un atterrissage long ou d'un décollage interrompu. Depuis 1999 l'Annexe 14, de conception des aérodromes et des opérations, prescrit une RESA norme internationale d'avoir une largeur supérieure à deux fois la largeur de la piste et une longueur de 90 mètres pour les pistes codées 3 ou 4.

L'élargissement

On a vu précédemment qu'il n'y aura pratiquement plus de quadriréacteurs à Nantes, donc aucun besoin d'élargir la piste. **Vinci ne prévoit d'ailleurs d'élargir la piste nord de Notre-Dame-des-Landes de 45 à 60 m qu'en toute fin de concession, soit après 2052.**

Toutefois, compte tenu des envergures importantes sur les nouvelles générations d'avions gros porteurs (entre 50 m pour les bi réacteurs et jusqu'à 80 m pour l'A380), 60 m peuvent être utiles pour limiter les risques de projections diverses sur la piste (gravats, etc.) et dégrader le balisage lumineux latéral de la piste. Lorsque les 747 décollaient de Nantes (ils l'ont fait plusieurs centaines de fois par an pendant des années), un balayage de la piste dans les zones où le souffle des réacteurs extérieurs avaient ramené des gravats était mis en place. Nantes-Atlantique est équipée pour ce travail, qui nécessite moins d'une vingtaine de minutes.

C'est pour éviter cela que l'on voit apparaître 40 m de large + 7,50 m de dégagements sur les côtés (idem pour une largeur 60 m).

A noté que la largeur de l'ancienne piste en béton était de 80 m. Un élargissement des dégagements devrait donc avoir un coût très mesuré.

Propositions

Compte tenu de la largeur de 45m de la piste de Nantes-Atlantique, **l'aménagement de simples dégagements de 5m de large sera peut-être souhaitable** si les A350 ou 787/777 viennent à Nantes en quantités significatives, mais ce ne sera en tout cas pas avant 2023. On estime en effet que les compagnies charters ne s'équipent des mêmes appareils que les compagnies dites officielles que seulement 10 ans après ces dernières. De plus, ces travaux sont très rapides à effectuer si jamais le besoin est pressant.

L'entraxe des réacteurs sur ces gros biréacteurs est plus faible que celui des réacteurs extérieurs des quadriréacteurs. Il n'est alors pas évident que le besoin existe.

La question de la bosse

Ce que dit la DGAC

"La planéité de la piste n'est pas satisfaisante en ce sens que le profil en long montre clairement plusieurs creux et bosses avec des écarts de plus de 3 mètres. Cette situation n'est pas conforme aux recommandations de l'organisation de l'aviation civile internationale. Elle a été tolérée dans l'attente de la construction à venir de l'aéroport de Notre-Dame-des-Landes. Cette situation ne serait plus admissible dans l'hypothèse du maintien de Nantes Atlantique. L'arrivée fin 2013 d'une nouvelle réglementation européenne renforcera l'exigence de planéité. Ceci constitue donc une deuxième raison, cette fois réglementaire, de refaire la structure de la piste, et ce à court terme."

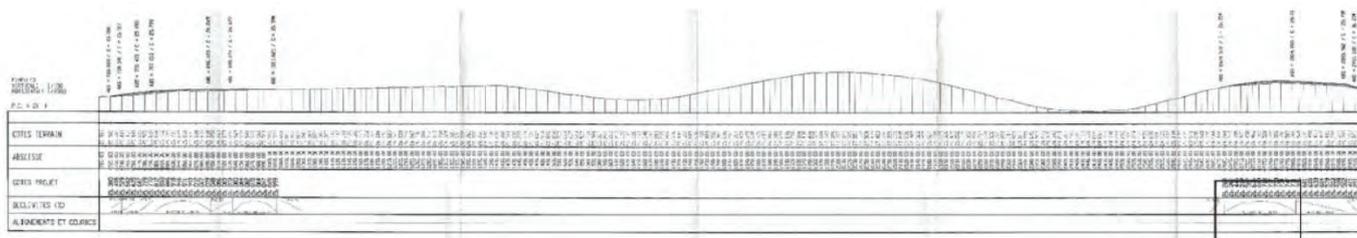
Le profil de la piste actuelle présente une succession de creux et de bosses avec des différences de niveau pouvant dépasser 3 m sur 500 m et des rayons de courbure de 10 000 m. La DGAC préconise donc des travaux sur la planéité de la piste dans le cas où Nantes-Atlantique serait maintenu en activité. Elle invoque pour cela la réglementation faisant référence aux rayons de courbure et s'appuie sur deux documents de l'OACI⁹.

La DGAC invite également à prendre en considération dès à présent la nouvelle réglementation européenne¹⁰ qui va imposer les règles OACI sur le sujet, à savoir un rayon de courbure d'au moins 30 000 m pour cette catégorie de piste (pour le niveau juste inférieur, le rayon minimal est de 15 000 m).

Propositions

Un citoyen du groupe de travail Piste, expert sur le sujet par son passé professionnel, a examiné de très près le profil de la piste. Il a remarqué que **les non conformités sont tout à fait mineures, et situées près des extrémités**. Elles auraient pu être solutionnées lors des précédents resurfaçages, or cela n'a pas été demandé. Le profil peut donc être rendu parfaitement conforme lors du prochain resurfaçage.

A noter que les exigences supplémentaires des nouvelles normes (par exemple le rayon de courbure mini de 30 000 m au lieu de 15 000 m et l'agrandissement des raquettes de bout de piste) ne sont obligatoires qu'en 2017, mais il est plus que vraisemblable que ce sera décalé pour de nombreux aéroports. Dans le cas contraire, ils seront contraints de fermer du fait de l'importance des travaux de mise en conformité.



Profil en long de la piste existante (sur 2200 m).
Source : DGAC.

⁹. Les recommandations de l'annexe 14 à la convention de Chicago, notamment les articles 3.1.13 à 3.1.18, ainsi que le manuel de conception des aéroports (OACI), avec en particulier la partie 1, article 5.1.4 à 5.1.11, qui n'a pas d'application obligatoire.

¹⁰. Notamment les CS ADR-DSN.B.060 à 075.

PARTIE 3.

LES AMÉNAGEMENTS POTENTIELS AUTOUR DE LA PISTE



Le taxiway. Un élargissement du taxiway de 2,50m s'avère nécessaire pour être conforme aux normes.

Le drainage et l'évacuation des eaux pluviales

La partie nord de la piste est sur le bassin versant du Bougon, qui n'a jamais rencontré de crue notable. Le reste, ainsi que la zone industrielle d'Airbus, s'évacuent vers le sud-sud-ouest, la piste étant dans le bas d'une vallée très ouverte, très rectiligne, qui traverse Saint Aignan de Grandlieu à l'ouest des terrains de foot, et se déverse dans le lac, au fond du bois de Malet.

De plus, aucune inondation n'a été constatée à Saint Aignan de Grandlieu ces 15 dernières années.

La présence de nappes phréatiques sous le site de Nantes-Atlantique a nécessité la mise en place d'un drainage important sous la piste (jusqu'à 2 m en dessous du niveau du sol). Ainsi, l'évacuation des eaux pluviales en cas de fortes intempéries est assurée, et les remontées d'eau au niveau du sol évitées.

Le déplacement du taxiway

Ce que dit la DGAC

"Les caractéristiques géométriques suivantes devraient être mises en oeuvre, essentiellement en application de l'annexe 14 de la Convention de Chicago (OACI) reprise prochainement dans la réglementation européenne, en cours de finalisation avec l'Agence européenne de l'aviation civile :

[...]

Déplacement de l'axe du taxiway parallèle à 190m de l'axe de piste dès 5MPax à l'occasion de sa réfection (pour accueil occasionnel de très gros porteurs - article CS ADR-DSN.D.260)."

Pour clarifier le propos, il ne faut pas que l'aile d'un très gros porteur (envergure maximale de 80m) remontant le taxiway puisse accrocher l'aile d'un autre très gros porteur roulant sur la piste.

Limites du discours

L'accueil des très gros porteurs étant rarissime (beaucoup moins fréquent qu'entre 2006 et 2010 pour un trafic global similaire), voire absolument nul en 2013 et 2014 (pas un 747, ni un 777, ni un 340, ni un 380) on comprendra que la probabilité que cet évènement arrive (deux très gros porteurs en même temps sur la plateforme) est rigoureusement égale à zéro.

Par contre, il est nécessaire d'élargir le taxiway pour atteindre l'objectif de 182,5 m d'entre axe entre la piste et le taxiway pour se mettre aux normes en vigueur.

Propositions

Il est donc proposé d'élargir le taxiway de seulement 2,50 m du côté de l'aérogare. Sinon, il n'y a aucunement besoin d'élargir la piste ou décaler le taxiway avant 2052.



Vue aérienne du taxiway.

La nécessité de nouvelles bretelles

Ce que dit la DGAC

"Le temps d'occupation de la piste est contraignant à l'horizon de 9 millions de passagers : pour le réduire, des sorties à dégagement rapide seraient nécessaires dans les deux sens."

Analyse

Il existe des recommandations AOCI reprises par la DGAC. Le groupe de travail Trajectoire et circulation aérienne a travaillé sur ce point. **En effet, les exits rapides, inclinés de 30° par rapport à la piste, pour libérer cette dernière à une vitesse en décélération de 50 kts (soit environ 93 km/h), sont préconisées à 2000 m du seuil de la piste utilisée.** Cela correspond donc à deux nouvelles bretelles de sortie rapides, une orientée nord/sud et l'autre sud/nord.

Cela dit, l'argument du temps d'occupation de la piste est lié au nombre de mouvements, dont on sait que la DGAC maintient contre toute évidence qu'il va augmenter, alors qu'il stagne. Cette dépense non prioritaire est malgré tout prise en compte car très limitée si elle est réalisée en même temps que les autres travaux.

Propositions

Deux nouvelles bretelles de dégagement rapide sont à aménager si le nombre de mouvements l'exige. D'un coût très faible, ces aménagements peuvent améliorer la fluidité des passages sur la piste, et pourraient donc être envisagés lors du prochain resurfaçage. La bretelle rapide dans le sens sud/nord mérite quant à elle d'être étudiée pour en vérifier la compatibilité avec les normes.

La nécessité de nouveaux parkings avions

Ce que dit la DGAC

"Le nombre de postes de stationnement est insuffisant. Ainsi, au-delà de celui créé pour les très gros porteurs et mentionné plus haut, 4 postes supplémentaires seraient nécessaires à l'horizon de 7 millions de passagers et 8 encore de plus pour l'horizon de 9 millions de passagers."

Analyse

23 postes existent à Nantes-Atlantique pour un total de 121 600 m². En comparaison, le projet de Notre-Dame-des-Landes prévoit 20 postes sur 101 800m². Pour un maintien de Nantes-Atlantique, la DGAC ne prévoit pas moins de 36 postes sur un total de 590 00 m², soit 16 400 m² par poste, ce qui correspond à des postes pour A 380. Avec l'augmentation du trafic low cost et l'utilisation de Nantes-Atlantique comme base, certains emplacements sont utilisés pour du stationnement de longue durée (VOLOTEA), mais malgré cela, la saturation sur ce point est

encore loin. Aucune insuffisance de postes de stationnement, ni maintenant ni à terme, n'est à craindre compte tenu de la stagnation du nombre de mouvements. Quant au poste pour très gros porteurs, il risque fortement de n'être jamais utilisé (cf paragraphes précédents). L'ancienne piste transversale en béton (13/31) a déjà été utilisée pour accueillir ponctuellement plusieurs très gros porteurs. En outre une grande partie des postes de stationnements actuels sont situés sur d'anciennes dalles de béton, donc parfaitement capables d'accueillir des très gros porteurs, ce qu'ils ont d'ailleurs fait pendant des années sans dommage apparent.

Propositions

Il n'y a pas besoin de plus de parkings avions pour l'instant. Dans le très long terme, le cas échéant, des surfaces herbeuses importantes sont disponibles en cas de besoin face aux halls 1, 2 et 3, et n'hypothèquent pas les extensions potentielles des terminaux.

Estimation financière des travaux d'infrastructures de la DGAC à 5MPax

La DGAC propose de réaliser les travaux en trois phases.

1ère phase : réalisation des aires de stationnement (AST) et de ses voies d'accès. Ces travaux se feraient en deux parties pour toujours avoir accès à des postes de stationnement. Début des travaux par la voie d'accès sud et la moitié sud de l'AST. Ces travaux ne devraient impacter qu'une partie des AST actuelles. Puis, une fois ces travaux terminés, réalisation de la moitié Nord de l'AST qui comprendrait les nouveaux postes de stationnement mais également les postes de stationnement existants situés devant l'aérogare. Pendant cette phase de travaux, les avions seraient stationnés sur la partie sud qui aurait été réalisée précédemment.

2e phase : réalisation des travaux concernant le taxiway (TWY) parallèle, de l'ensemble des bretelles et DGV depuis le TWY jusqu'à la limite de la bande de

piste. Les travaux seraient réalisés en plusieurs fois de façon à permettre un accès des aéronefs à l'aire de stationnement pendant leur déroulement.

3e phase : réalisation des travaux relatifs à la piste, comprenant les aires d'avant et d'après seuil de piste, les bretelles et deux DGV² depuis la piste jusqu'à la limite latérale de la bande de piste. Ces travaux nécessiteraient une fermeture totale de l'infrastructure."

A - INSTALLATION ET REPLI DE CHANTIER	3 000 000 €
B - TRAVAUX	
B.1 – PISTE 03/21	30 556 000 €
B.2 – R1	1 156 300 €
B.3 – R2	1 108 300 €
B.4 – R345	9 203 600 €
B.5 – R6	3 000 000 €
B.6 – BRETELLE 2	1 108 300 €
B.7 – BRETELLE 3	1 505 100 €
B.8 – BRETELLE 4	1 079 100 €
B.9 – BRETELLE DGV03B	1 872 800 €
B.10 – BRETELLE DGV03A	1 892 600 €
B.11 – BRETELLE VCAST	9 695 800 €
B.12 – AST LIMA	1 396 300 €
B.13 – AST PRINCIPALE	18 599 700 €
B.14 – BASSINS	4 090 300 €
Total	89 908 100 €
Effet 3 phases	6 033 929 €
Divers et imprévus (≈15 %)	14 391 304 €
TOTAL H.T.	110 333 333 €

Détails des travaux d'infrastructures estimés par la DGAC pour 5MPax.
Source : Rapport d'étude de la DGAC - Evaluation du réaménagement de NA dans le scénario d'un maintien de l'activité - novembre 2013.

². DGV : Dégagement à Grande Vitesse, désigne les voies à sortie rapide.

Estimation financière des travaux d'infrastructures de la DGAC à 7MPax

La DGAC propose de réaliser les travaux en deux phases.

"Ce phasage est lié au montant des travaux plus qu'à l'exploitation (contrairement à 5MPax). En effet, dans ce scénario, il n'y a aucune démolition hormis les aires de stationnement (AST). Les travaux sont principalement des renforcements qui peuvent toujours être réalisés avec des pentes de raccordement provisoires. Il est donc a priori possible de réaliser les travaux sans fermeture prolongée d'aire aéronautique (contrairement à 5MPax).

1ère phase : renforcement de la piste et réalisation des chaussées souples. Les travaux relatifs au renforcement de la piste, au renforcement des chaussées aéronautiques lorsque nécessaire, et à l'allongement de la voie de desserte de l'AST seraient réalisés.

2ème phase : réalisation des chaussées rigides. Les travaux relatifs à la création et la réfection des AST seraient réalisés en plusieurs parties. D'abord, seraient réalisées les nouvelles AST afin d'offrir plus de postes de stationnement lorsque serait effectuée la deuxième partie des travaux (réfection des aires actuelles)."

A - INSTALLATION ET REPLI DE CHANTIER	3 000 000 €
B - TRAVAUX	
B.1 – PISTE 03/21	2 228 000 €
B.2 – R1	70 800 €
B.3 – R2	108 800 €
B.4 – R345	1 151 400 €
B.5 – R6	198 700 €
B.6 – BRETELLE 2	77 500 €
B.7 – BRETELLE 4	77 400 €
B.8 – BRETELLE DGV03B	152 400 €
B.9 – BRETELLE DGV03A	152 400 €
B.10 – BRETELLE VCAST	17 584 700 €
B.11 – AST	25 571 300 €
B.12 – AST LIMA	399 000 €
B.13 – BASSINS	1 193 500 €
Total	51 965 900 €
Effet 2 phases	3 034 100 €
Divers et imprévus (≈15 %)	8 250 000 €
TOTAL H.T.	63 250 000 €

Détails des travaux d'infrastructures estimés par la DGAC pour 7MPax.
Source : Rapport d'étude de la DGAC - Evaluation du réaménagement de NA dans le scénario d'un maintien de l'activité - novembre 2013.

Estimation financière des travaux d'infrastructures de la DGAC à 9MPax

La DGAC propose de réaliser les travaux en trois phases.

1^e phase : réalisation des extensions de piste et de taxiway parallèle. Quand ces travaux seraient réalisés, une partie de la piste et du taxiway parallèle seraient inutilisables (servitudes et distances de sécurité). Ils seraient réalisés en premier afin d'offrir plus de longueur de piste pour les phases suivantes.

2^e phase : réalisation des voies de circulation. Ces travaux se feraient également en plusieurs parties. En effet, du fait de l'élargissement des bretelles, celles-ci ne seraient provisoirement plus utilisables. Les travaux, dont la construction de deux DGV supplémentaires, seraient réalisés en plusieurs fois en vue de réduire au maximum l'impact sur l'exploitation.

3^e phase : réalisation des AST (extension et réfection). Comme pour la 2^e phase à 7MPax, ces travaux seraient réalisés en plusieurs parties. D'abord seraient réalisées les nouvelles AST, afin d'offrir plus de postes de stationnement pour la deuxième partie des travaux (réfection des aires actuelles)."

A - INSTALLATION ET REPLI DE CHANTIER	3 000 000 €
B - TRAVAUX	
B.1 – PISTE 03/21	7 451 900 €
B.2 – R0	3 299 100 €
B.3 – R1	77 600 €
B.4 – R2	110 500 €
B.5 – R3	373 200 €
B.6 – R4	303 900 €
B.7 – R5	348 200 €
B.8 – BRETELLE 1	820 300 €
B.9 – BRETELLE 2	97 000 €
B.10 – BRETELLE 3	81 600 €
B.11 – BRETELLE DGV03B	152 200 €
B.12 – BRETELLE DGV03A	152 200 €
B.13 – BRETELLE DGV21A	1 816 100 €
B.14 – BRETELLE DGV21B	1 795 700 €
B.15 – AST	30 294 100 €
B.16 – BASSINS	1 122 000 €
Total	51 295 600 €
Effet 3 phases	4 501 501 €
Divers et imprévus (≈15 %)	8 369 565 €
TOTAL H. T.	64 166 667 €

Détails des travaux d'infrastructures estimés par la DGAC pour 9MPax.
Source : Rapport d'étude de la DGAC - Evaluation du réaménagement de NA dans le scénario d'un maintien de l'activité - novembre 2013.

Frais supplémentaires

Des frais supplémentaires seraient à ajouter aux coûts de ces différentes phases de travaux. Ils seraient liés à l'extension de la plateforme et à la fermeture de la piste pendant trois mois. Le tableau ci-dessous résume ces frais en détail.

Un coût supplémentaire de 140 M € TTC (soit environ 117 M € HT) serait donc à ajouter aux estimations des travaux, ce qui amène à un **total général de 355 M € HT**.

Eléments	Coût (M € TTC)
Etude réseau	4,2
Acquisitions foncières	10,4
Déviations réseaux	4,1
Archéologie	1,0
Rétablissement réseaux	31,2
Pertes d'exploitation	85,0
Mesures compensatoires	4,1
Sous-total	140

Evaluation financière (en millions d'euros TTC)

Source : Rapport d'étude de la DGAC - Evaluation du réaménagement de NA dans le scénario d'un maintien de l'activité - novembre 2013.

Notre chiffrage

Notre chiffrage est constitué des **5 travaux majeurs nécessaires** dans le cas d'un maintien de Nantes-Atlantique. Comme démontré précédemment, ces travaux sont :

- Le comblement partiel des creux de la piste ;
- Le renforcement de la piste ;
- La prolongation de la piste de 62 m au sud ;
- Un resurfaçage général ;
- L'élargissement de 2,50 m du taxiway.

Le coût de la main d'oeuvre et du matériels a été pris en compte dans le chiffrage. Il a été estimé comme égal au coût du matériau brut. Une marge haute est donc comprise dans ce chiffrage.

Ce chiffrage se base sur la donnée de **60 €/T de Grave Bitume (GB)³** (sans compter la main d'oeuvre et le matériel). La densité de ce matériau sera prise égale à **2,35 T/m³**.

³. Le grave bitume est un gravier à granulométrie contrôlée, composé de sable jusqu'au cailloux, et est enrobée de bitume, de 3 à 4 %.

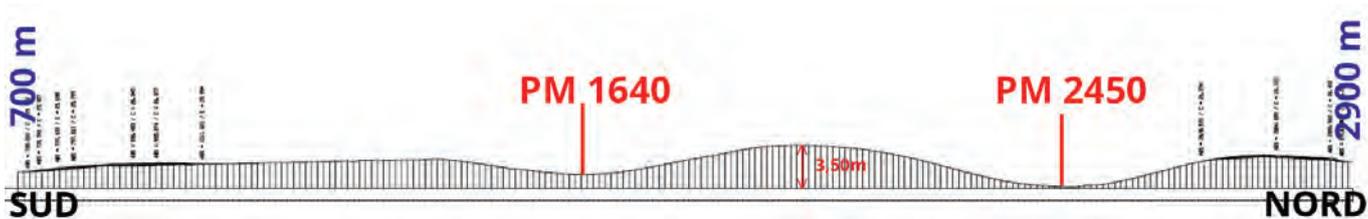
Comblement

Deux creux sont à combler sur la piste. Ces creux sont situés à 1640 m et 2400 m à partir de l'extrémité sud de la piste. Ils seront notés par la suite **PM 1640** et **PM 2450**. Ces creux sont positionnés par rapport à la piste sur le schéma ci-dessous.

Avec une hauteur moyenne de 1 m, le comblement du creux situé au repère PM 1640 s'élève aux alentours de 4 M €.

Avec une hauteur moyenne de 1 m, le comblement du creux situé au repère PM 2450 s'élève aux alentours de 5,6 M €.

Le total des comblements des deux creux s'élèverait donc environ à 9,6 M €.



Repère des points PM 1640 et PM 2400 sur le profil de la piste.



Principe du comblement du creux au repère PM 1640.

PM 1 640	
Volume de GB	13 600 m ³
Quantité de GB	32 000 T
Prix GB	2 M €
Main d'oeuvre + Matériels	2 M €
Coût total	4 M €



Principe du comblement du creux au repère PM 2450.

PM 2 450	
Volume de GB	19 580 m ³
Quantité de GB	46 000 T
Prix GB	2,8 M €
Main d'oeuvre + Matériels	2,8 M €
Coût total	5,6 M €

Renforcement

Un renforcement de la piste est souhaitable en dehors de la partie centrale, qui repose sur l'ancienne piste en béton. **Ce renforcement s'applique donc aux 300 m Nord de la piste ainsi qu'à ses 600 m au Sud.** Un rechargement de **10 cm d'épaisseur** s'avère suffisant.

Le coup global de ce renforcement s'élève alors aux environs de **1,2 M €**.

300 m Nord	
Longueur	300 m
Largeur	45 m
Épaisseur	10 cm
Volume de GB	1 350 m ³
Quantité de GB	3 170 T
Prix GB	190 000 €
Main d'oeuvre + Matériels	190 000 €
Coût total	380 000 €

600 m Sud	
Longueur	600 m
Largeur	45 m
Épaisseur	10 cm
Volume de GB	2 700 m ³
Quantité de GB	6 340 T
Prix GB	380 000 €
Main d'oeuvre + Matériels	380 000 €
Coût total	760 000 €

Prolongation

Pour une mise aux normes, la piste nécessite d'être prolongée de 62 m au Sud. En mettant en place un prolongement **d'une épaisseur de 145 cm** (pour s'accorder aux recommandations de la DGAC, voir tableau p14), on obtient un coût d'environ **1,2 M € (y compris divers travaux liés : terrassement, réseaux, etc.)**.

62 m Sud	
Longueur	62 m
Largeur	45 m
Épaisseur	145 cm
Volume de GB	4 045 m ³
Quantité de GB	9 510 T
Prix GB	600 000 €
Main d'oeuvre + Matériels	600 000 €
Coût total	1,2 M €

Resurfaçage

Un tapis général est à appliquer pour uniformiser la piste. Celui-ci peut être d'une épaisseur de 12 cm : 10 cm de graves bitumeux et 2 cm de sable bitume comme anti-remontée de fissures (les fissures remontent de 1 cm par an à Roissy CDG).

Le coût du surfaçage s'élève alors à environ **4,6 M €**.

Tapis général	
Longueur	2 962 m
Largeur	45 m
Épaisseur	12 cm
Volume de GB	16 000 m ³
Quantité de GB	37 600 T
Prix GB	2,3 M €
Main d'oeuvre + Matériels	2,3 M €
Coût total	4,6 M €

Taxiway

Pour se conformer aux normes, un élargissement de 2,50 m du taxiway doit être mis en place du côté aérogare. En référence aux recommandations de la DGAC (voir p14), il a été chiffré pour **une épaisseur de 140 cm**.

Ces travaux sont alors estimés à environ **3 M €**.

Taxiway	
Longueur	2 900 m
Largeur	2,5 m
Épaisseur	140 cm
Volume de GB	10 150 m ³
Quantité de GB	24 000 T
Prix GB	1,5 M €
Main d'oeuvre + Matériels	1,5 M €
Coût total	3 M €

L'estimation de l'ensemble de ces travaux s'élève donc aux alentours de 20 M € HT, sans compter les éventuelles bretelles de sortie.

Un autre chiffrage se rapportant aux équipements et infrastructures potentiellement indispensables pour le trafic sur la piste a été produit par le groupe de travail Trajectoires et Circulation aérienne (voir le travail du groupe pour plus de détails). Environ 3,4 M € supplémentaires seraient donc nécessaires.

Equipements indispensables	
Antenne et moyens ADS-B	200 000 €
CED/CRD - Radar	1 500 000 €
Pylône radar	125 000 €
ILS CAT I piste 21	1 000 000 €
Rampe lumineuse simplifiée	500 000 €
Foncier pour rampe d'approche	30 000 €
TOTAL	3,355 M €

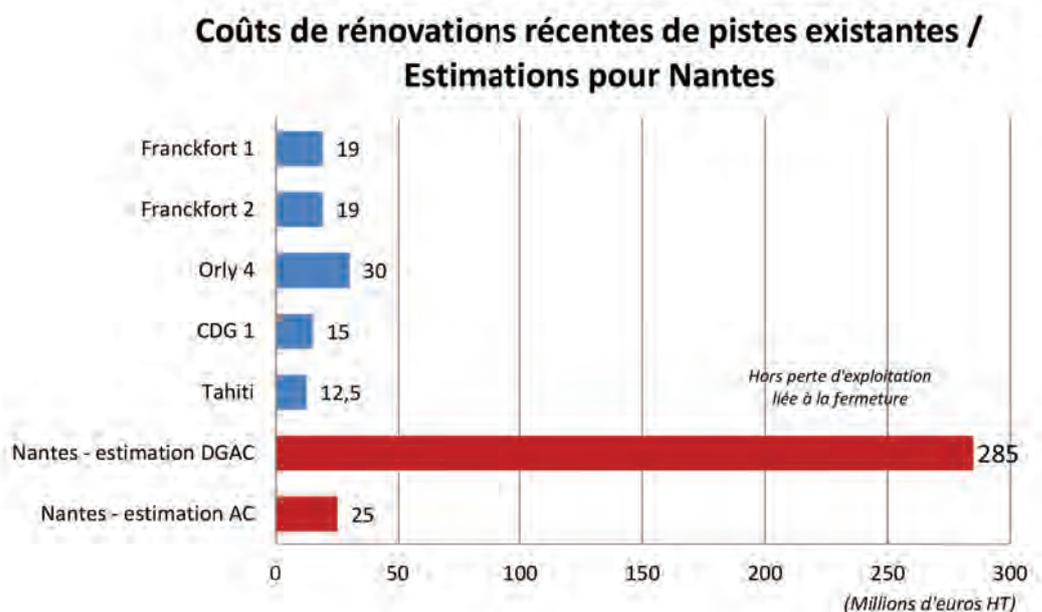
Conclusion

En définitive, en prenant en compte les travaux sur la piste, sur le taxiway, les deux bretelles de sortie supplémentaires, les équipements et les aléas divers, on arrive à un chiffrage maximum de 25 M €.

Comparé à d'autres rénovations récentes de pistes existantes, notre chiffrage est cohérent (voir graphique ci-dessous).

De plus, aucune fermeture de piste n'est nécessaire. Il s'agit d'un resurfaçage et non d'un renforcement lourd de la piste.

Pour mémoire, l'étude du STAC a chiffré ces travaux à 355 M €, avec une fermeture totale de la plate forme entre 3 et 6 mois qui génère une perte d'exploitation de maximum 85 M € TTC, soit 70 M € HT.



Comparaison des coûts de rénovations récentes de pistes existantes (voir annexe 1) par rapport aux estimations pour Nantes-Atlantique.

Liste des annexes

Annexe 1 : Compléments d'informations sur le CBR

Annexe 2 : Coûts de rénovations récentes de pistes ; coûts de construction de nouvelles pistes

Annexe 3: Profil et pentes de la piste de Nantes-Atlantique

Annexe 4 : Profil de la piste de Nantes-Atlantique

Annexe 1 : Compléments d'informations sur le CBR

TABLE 2-2. SOIL CHARACTERISTICS PERTINENT TO PAVEMENT FOUNDATIONS

Major Divisions		Letter	Name	Value as Foundation When Not Subject to Frost Action	Value as Base Directly under Wearing Surface	Potential Frost Action	Compressibility and Expansion	Drainage Characteristic	Unit Dry Weight (pcf)	CBR	Subgrade Modulus <i>k</i> (pci)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)
Coarse-gravelly soils	Gravel and gravelly soils	GW	Gravel or sandy gravel, well graded	Excellent	Good	None to very slight	Almost none	Excellent	125-140	60-80	300 or more
		GP	Gravel or sandy gravel, poorly graded	Good	Poor to fair	None to very slight	Almost none	Excellent	120-130	35-60	300 or more
		GU	Gravel or sandy gravel, uniformly graded	Good to excellent	Poor	None to very slight	Almost none	Excellent	115-125	25-50	300 or more
		GM	Silty gravel or silty sandy gravel	Good	Fair to good	Slight to medium	Very slight	Fair to poor	130-145	40-80	300 or more
		GC	Clayey gravel or clayey sandy gravel	Good to excellent	Poor	Slight to medium	Slight	Poor to practically impervious	120-140	20-40	200-300
	Sand and sandy soils	SW	Sand or gravelly sand, well graded	Good	Poor to not suitable	None to very slight	Almost none	Excellent	110-130	20-40	200-300
		SP	Sand or gravelly sand, poorly graded	Fair to good	Not suitable	None to very slight	Almost none	Excellent	105-120	15-25	200-300
		SU	Sand or gravelly sand, Poor uniformly Not suitable graded	Fair to good	Poor	None to very slight	Almost none	Excellent	100-115	10-20	200-300
		SM	Silty sand or silty gravelly sand	Good	Not suitable	Slight to high	Very slight	Fair to poor	120-135	20-40	200-300
		SC	Clayey sand or clayey gravelly sand	Fair to good	Not suitable	Slight to high	Slight to medium	Poor to practically impervious	105-130	10-20	200-300
Fine grained soils	Low compressibility LL<50	ML	Silts, sandy silts, gravelly silts, or diatomaceous soils	Fair to good	Not suitable	Medium to very high	Slight to medium	Fair to poor	100-125	5-15	100-200
		CL	Lean clays, sandy clays, or gravelly clays	Fair to good	Not suitable	Medium to very high	Medium	Practically impervious	100-125	5-15	100-200
		OL	Organic silts or lean organic clays	Poor	Not suitable	Medium to very high	Medium to high	Poor	90-105	4-8	100-200
	High compressibility LL<50	MH	Micaceous clays or diatomaceous soils	Poor	Not suitable	Medium to very high	High	Fair to poor	80-100	4-8	100-200
		CH	Fat clays	Poor to very poor	Not suitable	Medium	High	Practically impervious	90-110	3-5	50-100
		OH	Fat organic clays	Poor to very poor	Not suitable	Medium	High	Practically impervious	80-105	3-5	50-100
Peat and other fibrous organic soils	Pt	Peat, humus and other	Not suitable	Not suitable	Slight	Very high	Fair to poor	-	-	-	

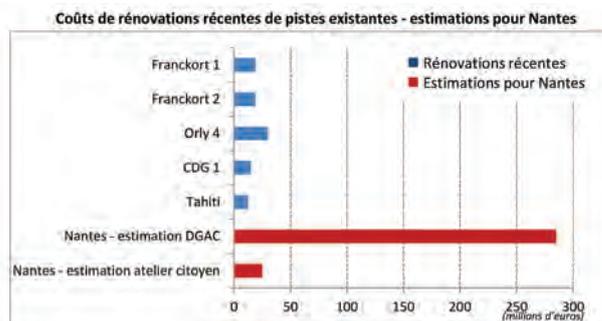
AC 150/5320-6E

9/30/2009

Source : http://www.faa.gov/documentLibrary/media/Advisory_Circular/150_5320_6e_part1.pdf

Annexe 2 : Coûts de rénovations récentes de pistes ; coûts de construction de nouvelles pistes

Rénovations (en millions d'euros)	
	coût
Nantes - estimation atelier citoyen	25
Nantes - estimation DGAC	285
Tahiti	12,5
CDG 1	15
Orly 4	30
Franckfort 2	19
Franckfort 1	19



Aéroport	Longueur x largeur	Durée de fermeture	Année	Coût	Remarques
Franckfort 1	4000 x 60	0	2005	19 M€	Travail de nuit 23h à 6h
Franckfort 2	4000 x 60	0	2007	19 M€	Travail de nuit 23h à 6h
<i>Pour ces deux pistes, réfection importante au bout de 30 ans.</i>					
Orly 4	3600 x 45	59 jours	2006	30 M€	
	<i>Renforcement pour gros porteurs.</i>				
CDG 1	2700 x 60	28 jours	2014	15 M€	
	<i>Resurfaçage lourd, fort trafic de gros porteurs.</i>				

Informations supplémentaires :

ORLY 4 : <http://www.aeroportsdeparis.fr/adp/resources/9e2251fb-fa5f-4127-b2ee-be6e1a802b33-da1piste4dp.pdf>

CDG 1 : <http://www.leparisien.fr/espace-premium/seine-et-marne-77/la-renovation-de-la-piste-1-aura-coute-15-meur-02-10-2014-4179917.php>

Franckfort : http://bitume.info/imports/solutions/Solution_Bitume2/SolutionBitume2.pdf

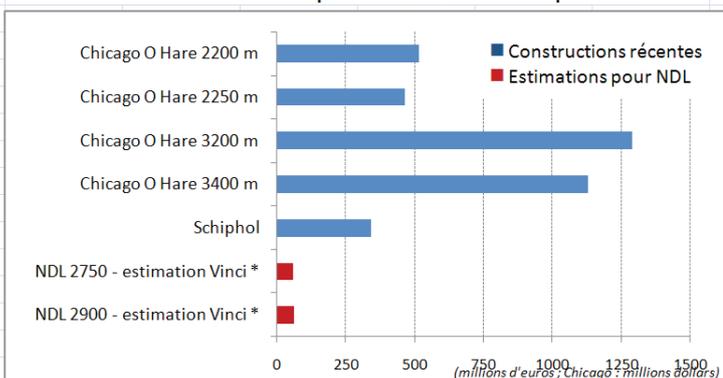
Tahiti : La piste de l'aéroport de Tahiti-Faa'a a terminé ces travaux de rénovation avec des structures adaptées pour pouvoir accueillir des avions gros porteurs tels que l'Airbus A380 ou le 777-300ER.

Inaugurée le 11 décembre, la piste doit permettre un accroissement du nombre de passagers en s'adaptant aux avions de plus grande capacité, indique le site Polynésie 1ère. Les travaux, d'un coût de 12,5 millions d'euros, et commencés en juillet dernier, ont duré 100 jours et 12 nuits. Afin de pouvoir gêner le moins possible l'activité de l'aéroport, une moitié de piste était fermée la journée pour travaux, laissant la possibilité aux ATR de se poser et décoller. Le soir, la totalité de la piste était ouverte pour les vols internationaux.

Construction pistes neuves (en millions d'euros sauf Chicago : millions de dollars)

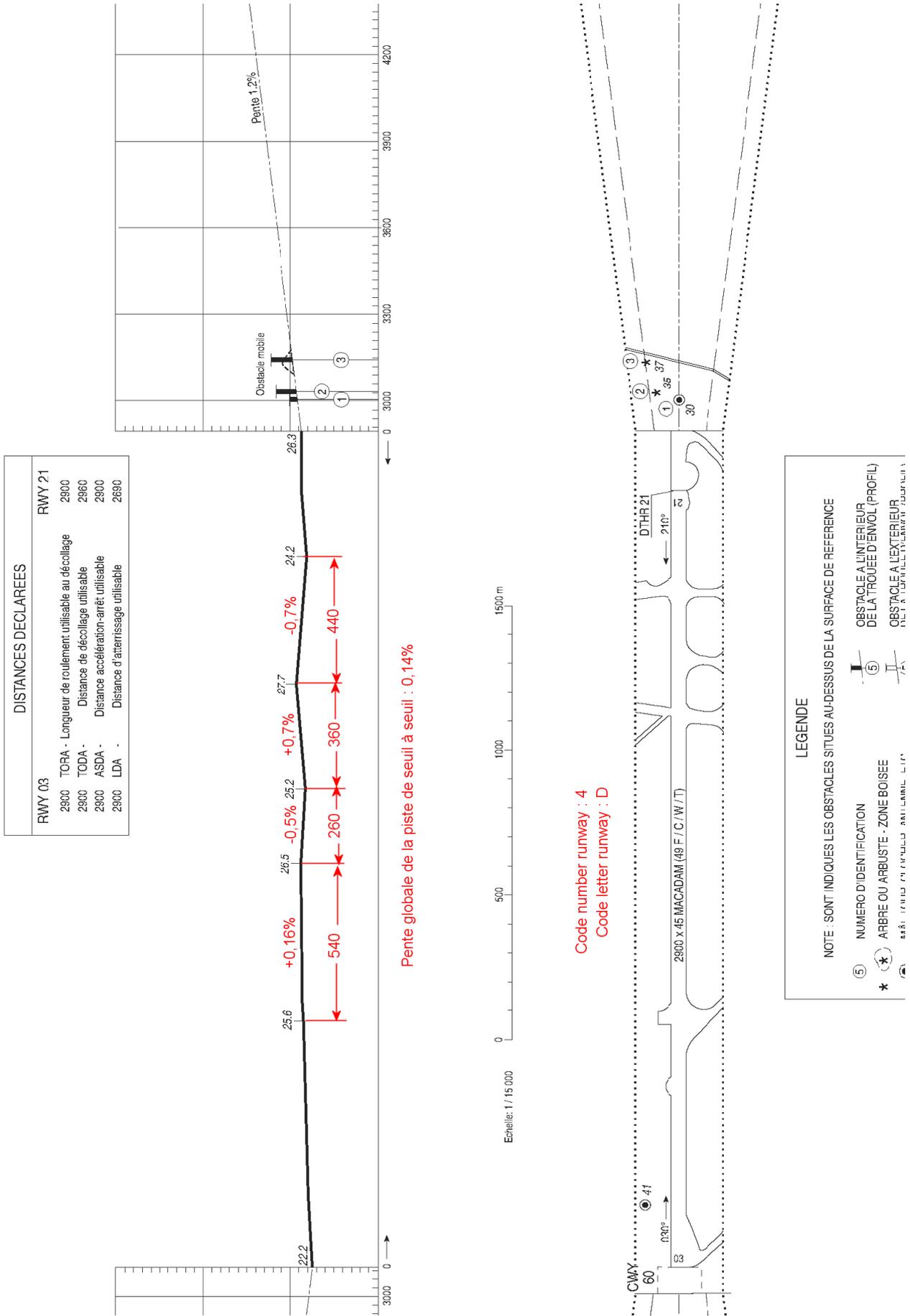
NDL 2900 - estimation Vinci *	60
NDL 2750 - estimation Vinci *	57,6
Schiphol	340
Chicago O Hare 3400 m	1130
Chicago O Hare 3200 m	1290
Chicago O Hare 2250 m	464
Chicago O Hare 2200 m	516

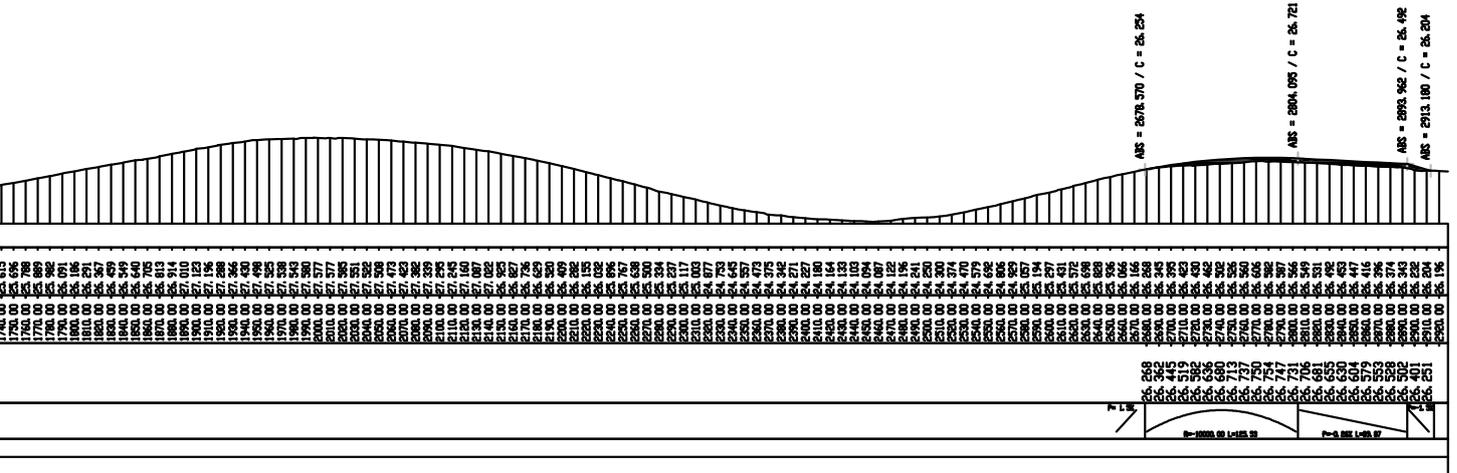
Coûts de constructions récentes de pistes neuves - estimations pour NDL



(*) NDL : il est budgété 117,6 millions d'euros pour la construction des deux pistes, y compris les travaux de terrassement et d'assainissement (source : contrat de concession)

Annexe 3 : Profil et pentes de la piste de Nantes-Atlantique





Crédit photo

p1 : Piste de Nantes-Atlantique

p5 : Vue aérienne de Nantes-Atlantique au printemps 2014

p8 : La piste en 1966

p9 : Nantes-Atlantique en 1949 et aujourd'hui ©www.géoportail.fr

p10 : Cliché aérien du 17 août 1944, n°5062, série U.S.34, 1876

p10 : Piste de l'aéroport de Château Bougon en 1974 ©INA

p10 : Aérodrome de Château Bougon, 1974 ©INA

p12 : La bosse de la piste

p16 : Schéma des distances des pistes ©[l'avionnaire](#)

p20 : Le taxiway

Les Cahiers de l'Atelier Citoyen ont été publiés grâce aux généreux soutiens financiers de (Par ordre alphabétique) :

Robert Abadie, Ombeline Accarion, Marie-Elisabeth Allaire, Frank Allin, A.B., Philippe Bloux, Anne-Marie Boudou, David Bourguignon, Chantal Breavoine, Nadine Brosseau, Roselyne Brosset, Paul Buret, Hervé Cavalan, Philippe Champigny, Christine Couedel, F.C., M.C., Jérémie David, Jeannick Deltour, Gilles Dessomme, Florent Dugast, B.D., J.F., Sylvain Ghysens, Henri Gracineau, Camille Grousson, Elisabeth Guist'hau, Philippe Haymion, B.H., J.H., Jacques Lacombe, Christophe Laubenheimer, Geneviève Lebouteux, Françoise Legris, Simon Louvet, Chantal Menant, M.M., Y.M., A.M., Nathalie Pain, Jean-Pierre, Annette Onno, Bernard Pecqueret, Justine Pierozynska, Bernard Pinot, D.P., Jean Robineau, Joëlle Ronnet-Nicolle, Famille Rousseau, Françoise Schmit, Eric Stephan, Valérie Thomas, F.V., Nicole Voirpy et toutes celles et ceux qui ont préféré garder l'anonymat ou dont nous n'avons pas reçu l'autorisation de diffuser le nom.

Les travaux de l'Atelier Citoyen ont aussi reçu le soutien des associations ACIPA, Cédpa et Solidarités Ecologie.

Nous adressons à toutes, tous, et chacun, nos très chaleureux remerciements.

Nous tenons à remercier les citoyennes et citoyens ayant participé à l'atelier d'une façon ou d'une autre. Leurs motivations, connaissances et déterminations ont été fondamentales dans ce projet.