



HAL
open science

Déploiement national des systèmes d'information multimodale : GOFAS : l'exemple suisse

Didier Danflous

► **To cite this version:**

Didier Danflous. Déploiement national des systèmes d'information multimodale : GOFAS : l'exemple suisse. [Rapport de recherche] Centre d'études sur les réseaux, les transports, l'urbanisme et les constructions publiques (CERTU). 2001, 42 p., copies d'écrans, figures, tableaux, 8 références bibliographiques, urls de sites Internet. hal-02150544

HAL Id: hal-02150544

<https://hal-lara.archives-ouvertes.fr/hal-02150544>

Submitted on 7 Jun 2019

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Déploiement national des systèmes d'information multimodale

GOFAS : l'exemple suisse

TECHNOLOGIES ET SYSTÈMES D'INFORMATION



NOTICE ANALYTIQUE

Organisme commanditaire : CERTU : Centre d'études sur les réseaux, les transports, l'urbanisme et les constructions publiques 9, rue Juliette Récamier 69006 Lyon Tel : 04 72 74 58 00 Fax : 04 72 74 59 00			
Titre : Déploiement national des systèmes d'information multimodale			
Sous-titre : GOFAS : l'exemple suisse	Date d'achèvement : Octobre 2001	Langue : Français	
Organisme auteur : CETE Méditerranée	Rédacteur : Didier Danflous	Relecteur assurance qualité : Patrick Gendre (CERTU) François Rambaud (CERTU) Pascal Vincent (CERTU)	
Résumé : L'information multimodale fait l'objet d'expérimentations et de réalisations à l'étranger. Une première étude du CERTU en 2000 a permis de présenter l'expérience allemande du projet DELFI. A l'opposé des choix d'architecture de système faits en l'Allemagne, les Chemins de Fer Fédéraux Suisses ont mis en place en partenariat avec les exploitants de transports urbains un système de renseignement de porte à porte sur les horaires portant sur l'ensemble de son territoire : GOFAS. C'est ce système que nous décrivons, avec pour ambition de compléter notre état de l'art des systèmes existants. GOFAS rassemble les indicateurs d'horaires des 10 plus grandes villes et agglomérations suisses, ainsi que celui des chemins de fer nationaux. Il permet à l'utilisateur de planifier son déplacement de porte à porte sur l'ensemble du territoire helvétique. Dès son départ, il a en main la description complète de bout en bout de son déplacement avec les horaires détaillés de l'ensemble des modes qu'il empruntera. Il vérifie ainsi qu'il existe bien un service pour exécuter l'itinéraire final de son déplacement (par exemple de la gare à son lieu de rendez-vous ou de villégiature), se libère des interrogations sur les correspondances et peut comparer diverses solutions. Ce système est remarquable sur au moins deux points. Il dispose : - d'un système cartographique des adresses qui couvre l'ensemble du territoire suisse ; - d'une base de données intermodale des transports collectifs (hors transports aériens), elle aussi à la dimension du pays. GOFAS est un système centralisé, entièrement géré par les CFF. Les réseaux des villes participantes ne font que fournir leurs bases d'information. Après une présentation du contexte des transports dans , exemplaire à bien des égards, et des principaux systèmes d'information relatifs aux transports collectifs existants, l'historique du projet GOFAS et les principes techniques et organisationnels sont présentés. Un chapitre particulier est consacré à la comparaison des systèmes GOFAS et DELFI. Bien que techniquement réalisables, de tels systèmes sont-ils « répliquables » en France ? Il est évident qu'en raison des questions organisationnelles, institutionnelles et juridiques qu'ils soulèvent ceux-ci ne pourront se développer sans des initiatives locales ou nationales très fortes tant de la part des acteurs publics que des opérateurs transport, même si la loi SRU apporte un contexte favorable. Ce document s'adresse aux exploitants, autorités organisatrices, fournisseurs de services ou de systèmes réseaux, d'AO et de collectivités qui mettront en place ces systèmes et souhaiteront s'appuyer sur les études et réalisations existantes dans ce domaine chez nos voisins européens.			
Remarques complémentaires éventuelles (rubrique facultative) : Pour tester GOFAS sur le web : http://www.sbb.ch/index_f.htm puis voyages/horaires puis 'horaires de porte à porte'			
Mots clés : Information multimodale, Information aux usagers, Technologies de l'information, Information Transport Publics, Information trafic		Diffusion : Publique	
Nombre de pages : 42 Pages		Confidentialité : Non	Bibliographie : oui

Table des matières

1	Définition et limite	6
2	Le contexte suisse.....	7
2.1	LES TRANSPORTS EN SUISSE	7
2.1.1	Organisation et offre	7
2.1.2	Priorité aux transports en commun et qualité d'exploitation.....	8
2.2	L'INFORMATION DES VOYAGEURS.....	10
2.2.1	Les serveurs d'information sur Internet.....	10
2.2.2	L'information mobile.....	12
3	GOFAS.....	17
3.1	HISTORIQUE.....	17
3.2	ETUDE DE FAISABILITÉ.	18
3.3	SPÉCIFICATIONS ET DÉVELOPPEMENT.	20
3.4	LES PARTENAIRES DU PROJET	20
3.5	FONCTIONNEMENT.....	20
3.5.1	Les composants de GOFAS (cf. figure 8).....	20
3.5.2	Technologies utilisées	23
3.6	ASPECTS LÉGAUX ET INSTITUTIONNELS.....	23
3.7	PREMIERS RÉSULTATS	24
3.7.1	Acceptation par les voyageurs.....	24
3.7.2	Acceptation par les partenaires	24
3.7.3	Efficacité technique.....	24
3.7.4	Ergonomie (cf. écrans en annexe).....	24
3.7.5	Éléments financiers	25
4	DELFI contre GOFAS.....	26
4.1	DELFI : LE PORTE À PORTE ALLEMAND	26
4.1.1	Composition du système	26
4.1.2	Principe de fonctionnement	27
4.2	COMPARAISON	27
4.2.1	Maîtrise de l'information.....	27
4.2.2	Maîtrise du système d'information de l'entreprise.....	27
4.2.3	Type d'organisation	28
4.2.4	Propriété intellectuelle de l'information et responsabilité	28
4.2.5	Compétitivité	28
4.2.6	Fiabilité	28
4.2.7	Efficacité	29
4.2.8	Ouverture/Interopérabilité	29
4.2.9	Facilité d'utilisation, Ergonomie	29
4.2.10	Coût	29
4.2.11	Le cas français.....	30
5	Développements futurs.....	31
6	Conclusion.....	32
7	Annexes	34
8	Références	41

Introduction

Face à l'augmentation du nombre et de la complexité des déplacements, les usagers souhaitent disposer d'une information fiable sur l'ensemble des modes de transport qui sont mis à leur disposition. Cette demande a par ailleurs tendance à croître, du fait de l'apparition de nouveaux média et possibilités de diffusion issus des nouvelles technologies et notamment de l'Internet.

Pour les autorités publiques, si elle est bien maîtrisée et de bonne qualité, cette information multimodale peut être un outil efficace d'orientation du comportement des usagers au bénéfice du développement des transports collectifs, et, plus généralement, d'une meilleure complémentarité entre modes de transport.

Par ailleurs, cet outil sera d'autant plus efficace que les autres dimensions de la multimodalité seront présentes : la dimension spatiale, avec des pôles d'échanges bien aménagés par exemple, et la dimension tarifaire et organisationnelle avec une tarification intégrée et des titres combinés.

Cette information multimodale est difficile à mettre en œuvre pour plusieurs raisons :

- Des raisons organisationnelles : de nombreux acteurs interviennent dans l'organisation des transports et de l'information;
- Des raisons économiques : outre le fait que l'information a un coût, elle est pour les opérateurs une donnée commerciale. Dans un système de concurrence entre exploitants, elle peut avoir une valeur dont la protection représente un atout;
- Des raisons juridiques : la mise à disposition d'information pose le problème de la propriété de cette dernière et de la responsabilité qui y est attachée;
- Des raisons techniques : les sources d'informations sont nombreuses et dispersées, et les technologies de diffusion et de présentation qui leur sont attachées multiples et en constante évolution ;

En outre, la mise à jour des informations et la prise en compte des perturbations constitue un enjeu important d'un point de vue opérationnel, car les usagers ont besoin d'informations fiables avant et pendant le voyage.

Malgré ces difficultés, l'information multimodale fait l'objet d'expérimentations et de réalisations à l'étranger. Une première étude¹ a permis de présenter l'expérience allemande.

A l'opposé des choix faits par l'Allemagne en terme d'architecture de système, la Suisse met en place un système de renseignement de porte à porte sur les horaires portant sur l'ensemble de son territoire. C'est ce système que nous décrivons, avec pour ambition de compléter un état de l'art des systèmes existants.

En effet, le ministère des transports français, plus précisément la Direction des Transports Terrestres (DTT), a depuis plusieurs années engagé une réflexion dans ce domaine. Cette demande devrait être aujourd'hui relayée par la mise en place de la loi SRU qui prévoit que « ...plusieurs autorités organisatrices peuvent s'associer au sein d'un syndicat mixte de transport ou par voie de convention afin de...mettre en place un système d'information des usagers... ». Dès lors, un certain nombre de réseaux, d'AO et de collectivités chargés de mettre en place ces systèmes souhaiteront s'appuyer sur les études et réalisations existantes dans ce domaine, y compris chez nos voisins européens.

¹ Déploiement national des Systèmes d'Information Multimodale – DELFI : l'exemple allemand – Collection du CERTU – Août 2000

1 Définition et limite

Il existe de nombreuses définitions de l'information multimodale. Celle proposée par l'ATEC² (que nous avons déjà reprise dans l'étude allemande citée en introduction) semble suffisamment précise pour nous permettre de définir le contour de cette étude:

La fonction essentielle d'un système d'information multimodale est de fournir à l'utilisateur des transports toute l'information nécessaire à la réalisation de son voyage. Cette information vise à réduire l'incertitude des usagers sur les itinéraires, les modes de déplacement envisageables, la durée et le coût de ces déplacements selon le mode utilisé, les ruptures de charge éventuelles, et si possible, à orienter le comportement des usagers au bénéfice d'une utilisation optimale des infrastructures et d'une priorité aux transports collectifs.

Ainsi l'information multimodale recouvre plusieurs domaines en termes de :

- **mode de transport** : transport en commun, transport individuel, parkings, etc. ;
- **type d'information** et de données : information temps réel, information statique, information sur les horaires, sur les tarifs, sur les itinéraires, etc. ;
- **moment du déplacement** : information avant, après ou pendant le voyage;
- **couverture géographique** : suivant la longueur du voyage, l'information devra porter sur l'agglomération, la région, etc.;
- **média** : personnel d'information, service téléphonique, service web, etc.).

Le système suisse GOFAS³, comme la totalité des systèmes actuels, ne couvre qu'une partie de ces différents champs. Notamment, au stade de développement actuel du projet, la multimodalité ne couvre que les transports en commun terrestres, les transports individuels étant absents.

En matière d'information, c'est avant tout un système de renseignement sur les horaires. Quel que soit le Système d'Information Multimodale envisagé, du plus simple au plus sophistiqué, la recherche d'itinéraire, de bout en bout du déplacement, en constitue la fonction essentielle. Comment envisager, chiffrer, comparer, un déplacement sans au préalable en définir l'itinéraire ? La notion de « porte à porte » est aussi très importante. Comment comparer des temps ou des coûts de parcours sans s'intéresser à l'itinéraire de départ ou final du déplacement (par exemple, au temps perdu à « tourner » à la recherche d'une place de parking) ?

Enfin, le projet se distingue par sa dimension géographique. GOFAS est un des tout premiers systèmes permettant une recherche d'itinéraire de porte à porte à l'échelle d'un pays.

² ATEC : Pour une charte de l'information multimodale sur les déplacements de personnes, 1997

³ GOFAS : Geografisches Fahrplan Auskunft System - Système géographique de renseignement sur les horaires.

2 Le contexte suisse

2.1 Les transports en Suisse

2.1.1 Organisation et offre

La Suisse est une république fédérale constitutionnelle avec deux niveaux de collectivités territoriales, composés de 26 cantons et 2880 communes. Sur les 7,2 millions d'habitants que compte le pays, près de 70% résident dans 48 agglomérations et 9 communes de plus de 10'000 habitants. .

D'une manière générale, les transports interurbains sont de la compétence de la Confédération, alors que les cantons et les communes planifient l'offre régionale et urbaine.

Les Chemins de Fer Fédéraux (CFF) assurent le trafic national et régional, mais partagent cette tâche avec de nombreux chemins de fer privés⁴, le service des cars postaux (Car postal, une entreprise de la Poste suisse) et des entreprises de transport routier. Dans le transport urbain, l'offre est encore complétée par un grand nombre de chemins de fer de banlieue, de lignes de trams, d'autobus et de trolleybus.

De nombreuses entreprises de navigation, de chemins de fer à crémaillère, de funiculaires et de téléphériques offrent en outre de multiples possibilités de transport, essentiellement touristique.

C'est le DETEC (Département fédéral de l'Environnement, des Transports, de l'Energie et de la Communication) qui octroie les concessions aux entreprises de transport, par l'intermédiaire de l'Office Fédéral des Transports (OFT).

Il assure la direction de tous les projets relatifs aux transports publics, et assiste les entreprises de transport concessionnaires, les cantons et les communes, en fournissant des conseils et en procédant à des contrôles.

D'autre part, il participe à la coordination de la politique des transports en collaboration avec l'Office Fédéral des Routes (OFROU) et l'Office Fédéral de l'Aviation Civile (OFAC).

L'OFT est l'autorité fédérale suprême chargée de la surveillance de tous les transports publics terrestres et par voie navigable. Son contrôle s'exerce sur les aspects juridiques, financiers, techniques et d'exploitation.

Il lui incombe notamment de traiter les questions fondamentales de politique des transports, de prescrire des normes de sécurité et de surveiller leur application, d'approuver les plans des constructions, équipements et véhicules des Entreprises de Transport Concessionnaires (en partie aussi les constructions des CFF) et d'octroyer des autorisations de construire et d'exploiter. En collaboration avec les cantons, il commande aussi l'offre des prestations du trafic régional. De plus, il contrôle l'établissement des tarifs et des horaires, surveille les CFF et les entreprises de transport concessionnaires, et vérifie leurs comptes. Enfin, il approuve les

⁴ Il s'agit en fait de sociétés anonymes dont les parts sont exclusivement détenues par des collectivités publiques.

contributions fédérales destinées au financement des investissements des transports publics et au maintien de leur exploitation.

A l'échelon des cantons ou en milieu urbain, la responsabilité du transport public régional incombe en priorité aux cantons et aux communes. On signalera que la cohérence d'ensemble est permise par la présence de représentants des cantons au sein des autorités organisatrices urbaines.

L'entrée en vigueur le 1er janvier 1996 de la Loi sur les chemins de fer (LCF) modifiée de 1957 a introduit trois principales nouveautés quant au financement du trafic régional :

- Les entreprises de transport sont désormais sur un pied d'égalité : les cantons (qui reportent une partie des coûts sur les communes) et la Confédération couvrent chacun les coûts non couverts du trafic régional, qu'il s'agisse des CFF, des chemins de fer privés ou des cars postaux.
- Ces coûts ne sont plus pris en charge à la fin d'une année écoulée, mais sont connus à l'avance, car l'offre est désormais planifiée et fait l'objet d'une commande conjointe de la Confédération et des cantons aux entreprises de transport. Si le budget est dépassé ou les objectifs non atteints, le déficit supplémentaire est entièrement à la charge des entreprises, sans nouvelle subvention possible.
- Corollaire indispensable des deux premiers points, toutes les entreprises doivent se doter d'une comptabilité analytique.

Les niveaux de responsabilité, d'organisation et de financement sont variables suivant la taille de la ville et les modes de transports impliqués.

2.1.2 Priorité aux transports en commun et qualité d'exploitation

De nombreuses raisons peuvent expliquer le succès des transports en commun suisses. Les mesures⁵ prises en leur faveur (par exemple l'horaire cadencé et les nombreuses communautés tarifaires) ainsi que leur qualité d'exploitation sont parmi les plus importantes. En outre, cette qualité a probablement eu une influence sur les types de systèmes d'information qui se sont développés. Nous rappelons ci-dessous les mesures les plus importantes :

- La démocratie directe et l'implication des citoyens dans la politique des transports: les citoyens suisses se prononcent très souvent aux urnes sur les grands travaux d'infrastructure nationale et les projets de transport. Ainsi les projets Rail 2000 (amélioration de l'offre portant à la fois sur l'infrastructure, les trains et les cadencements), NLFA (Nouvelles Lignes Ferroviaires à travers les Alpes) ont fait l'objet d'un vote populaire. Même au plan local, des votes ont lieu, qui décident surtout du financement et de l'organisation des transports ;
- La prise en compte de l'urbanisation : d'une manière générale, les plans d'occupation des sols tentent de concentrer ou de maintenir les activités aux abords des gares et des arrêts. Ainsi à Berne, la plupart des activités sont concentrées en centre-ville « à deux pas de la gare »;

⁵ Ces mesures ont été exposées lors d'un séminaire intitulé : Transports collectifs : l'exemple suisse – Quelle offre technique efficace ? – M. Schupisser (Metron), P. Scheidegger (RBS). Ce séminaire s'est tenu le 13 octobre 2000 au CETE Méditerranée à Aix en Provence.

- La limitation du trafic automobile et des places de parking en centre-ville ainsi que le partage de la voirie. A Berne encore, seuls les Transports en Commun et les deux-roues peuvent transiter par le centre-ville. Ce même centre, qui abrite 60 000 emplois et un centre d'achat, ne propose que 6000 places de parking. Dans les quartiers extérieurs et lors de la construction de bureaux nouveaux, on ne prévoit que 0,2 à 0,4 place de parking par employé.

Mais ces mesures n'auraient pas pu s'imposer sans la qualité d'exploitation irréprochable des transports publics. La fiabilité du service et la qualité de l'horaire en sont deux composantes principales.

La fiabilité : il est certain que la voiture sera abandonnée d'autant plus facilement qu'on est certain qu'un train, un tram un bus circulent et cela, sans retard. Ainsi les suisses se plaisent à indiquer qu'il n'y a pratiquement plus eu de grèves depuis 1918.

La qualité de l'horaire : l'horaire cadencé est le cas normal en Suisse. Ainsi, sur toutes les lignes, les trains des CFF circulent à la cadence d'une heure et de plus en plus à celle de 30 minutes. Les trains de banlieue circulent toutes les 15 minutes, les trams et autobus toutes les 5 à 10 minutes. En transport national, régional ou urbain, l'amplitude horaire des dessertes est également très importante, avec notamment des courses nocturnes le week-end (par exemple des bus Lausanne-Genève exploités par les CFF à 2h et 3h25 du matin)

Figure 1 : Exemple d'horaire cadencé Genève -> St Gall (350 km) – d'après le serveur d'horaire des CFF.

Relations	Départ	Arrivée	Chang.	Date	Départ	Arrivée	Durée
1	Genève	St. Gallen	0	18.07.01	16:30	20:53	4:23
2	Genève	St. Gallen	1	18.07.01	16:44	21:16	4:32
3	Genève	St. Gallen	2	18.07.01	16:48	21:16	4:28
4	Genève	St. Gallen	0	18.07.01	17:30	21:53	4:23
5	Genève	St. Gallen	0	18.07.01	17:44	22:16	4:32
6	Genève	St. Gallen	1	18.07.01	17:48	22:16	4:28
7	Genève	St. Gallen	0	18.07.01	18:30	22:53	4:23
8	Genève	St. Gallen	1	18.07.01	18:44	23:16	4:32

Ces deux dernières qualités ont une certaine importance sur l'information aux voyageurs. Ainsi, si l'on ne modifie pas les intervalles pendant la journée, le client mémorisera rapidement les minutes de départ et tout indicateur devient inutile : la plupart des grands voyageurs suisses voyagent sans indicateurs, ou alors avec des petits guides horaires reprenant les heures de départ pour les principales villes.

2.2 L'information des voyageurs

Pour les raisons citées ci-dessus (très grande régularité par rapport aux horaires théoriques, cadencement de l'horaire, invariabilité du positionnement des véhicules sur les quais, etc.), la Suisse n'a pas été un état précurseur en matière de systèmes d'information électronique aux voyageurs. En effet, ces systèmes sont surtout utiles dans le cas de réseaux perturbés. Ainsi, les systèmes d'affichage dynamique aux arrêts, sont quasi inexistant dans les transports urbains (excepté à Genève).

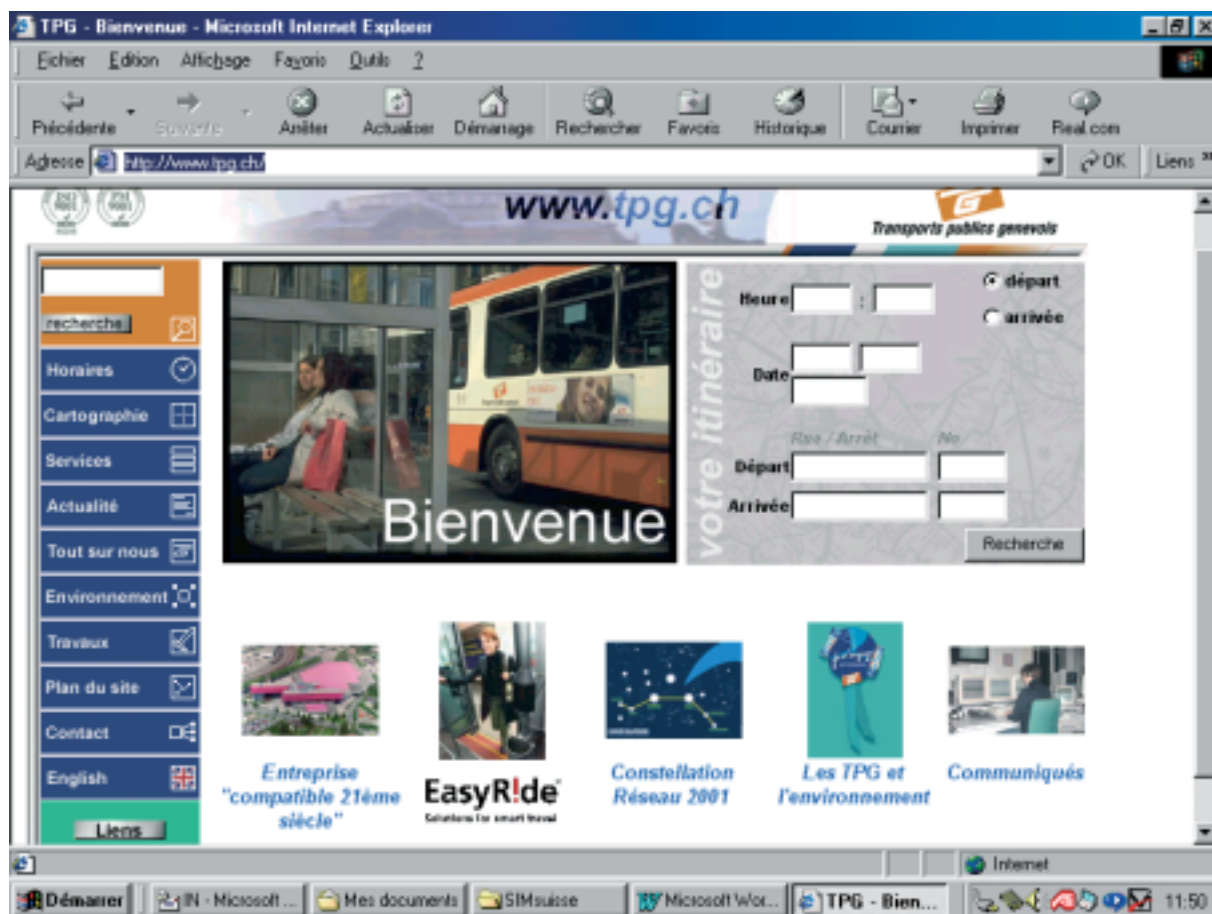
On peut donc supposer que c'est tout naturellement que la Suisse s'est orientée vers le développement de systèmes d'information basés essentiellement sur l'horaire théorique. Nous citons ci-après les systèmes les plus remarquables.

2.2.1 Les serveurs d'information sur Internet

En plus de renseignements téléphoniques, ou de services télétexte informant sur les perturbations, la plupart des grands réseaux de transports urbains possèdent un serveur d'information sur Internet. Ainsi les serveurs de Genève (<http://www.tpg.ch/>), Bâle (http://www.bsonline.ch/info/bvb_fahrplan.cfm) et Zurich (<http://www.vbz.ch/>) permettent tous une recherche d'itinéraire porte à porte.

A Berne (<http://www.bernmobil.ch/>), Neuchâtel (www.tneuchatel.ch/) et Lausanne (www.t-l.ch), seuls les horaires aux arrêts sont disponibles. Tout ces serveurs offrent aussi une information sur la tarification, ainsi que des plans du réseau. Aucun de ces sites n'est trilingue, certains étant bilingues, avec l'anglais comme deuxième langue. Enfin, le plus complet est sans doute le site de Genève qui propose une cartographie du réseau, de la ville, des zones tarifaires, des points de correspondance ainsi qu'une information sur les travaux.

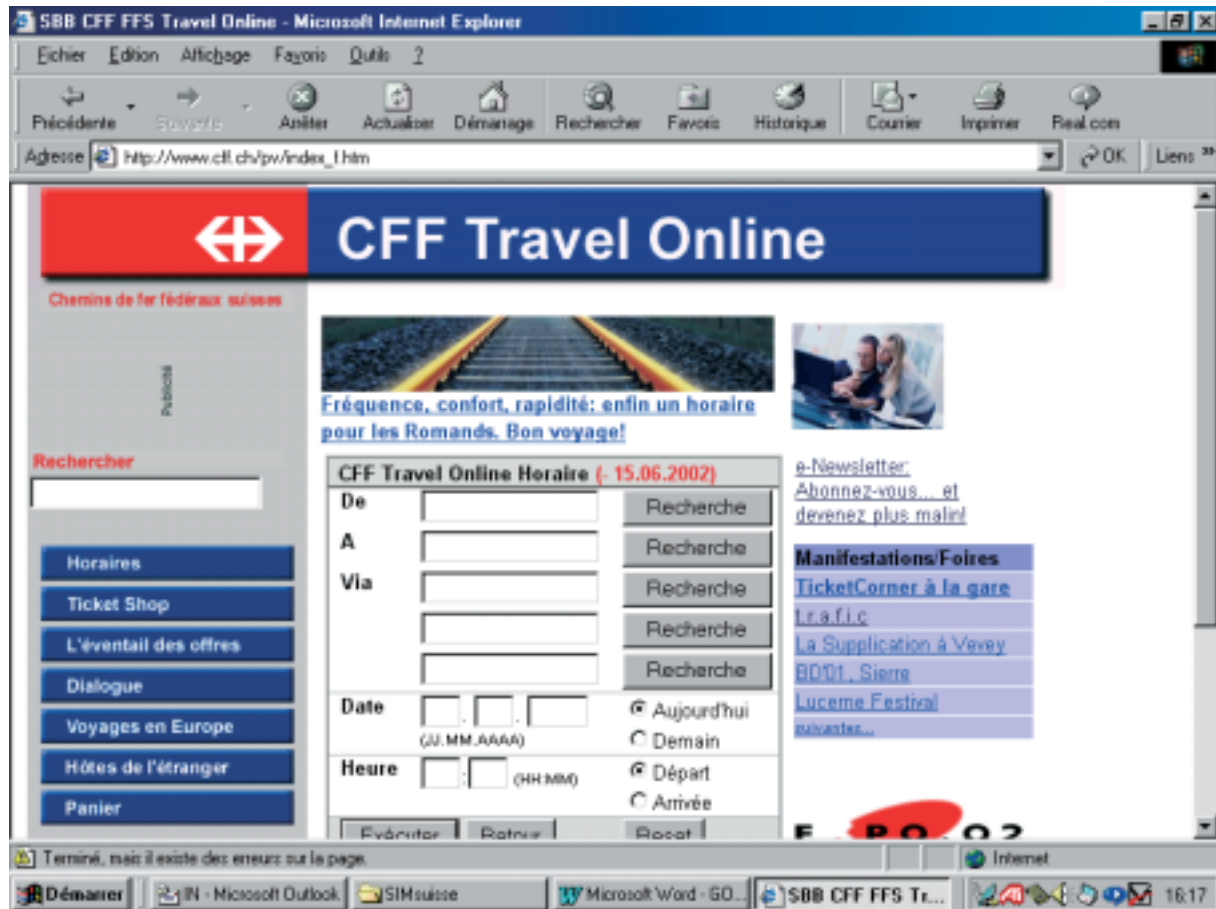
Figure 2 : Le serveur des transports urbains de Genève



En matière de déplacements interurbains, le principal serveur d'information est celui des Chemins de Fer Fédéraux suisses (CFF) : http://www.cff.ch/pv/index_f.htm, qui donne également les horaires des chemins de fer privés, des cars postaux, ainsi que les principales relations internationales.

A côté de celui-ci, on dénombre une vingtaine de serveurs appartenant à diverses sociétés de chemins de fer (la Suisse en compte 43). Toutefois, il faut noter que la quasi totalité de ces serveurs renvoient sur le site des CFF pour les recherches d'horaires. Celui-ci est entièrement «quadrilingue» (français, allemand, italien et anglais) et offre entre autres une recherche d'horaire de ville à ville.

Figure 3 : Le serveur des Chemins de fer fédéraux



Enfin, en ce qui concerne les déplacements privés il faut noter l'existence du serveur Mobility⁶ (<http://www.mobility.ch/f/index.htm>) qui permet la réservation de véhicules partagés (car sharing) sur l'ensemble du territoire helvétique. Les CFF viennent par ailleurs de lancer un service similaire, baptisé RailLink (http://www.cff.ch/pv/raillink/index_f.htm), offrant à leurs clients la possibilité de réserver une voiture dans les grandes gares, en partenariat avec Mobility.

2.2.2 L'information mobile

En matière d'information mobile, au moins deux systèmes méritent d'être cités.

2.2.2.1 Le 222

Il s'agit d'un service d'information sur téléphone portable proposé par les Chemins de Fer Fédéraux (et offrant également, comme leur site web, les informations sur les chemins de fer privés et les cars postaux). Ce service permet, en composant le 222, d'obtenir les 3 prochains départs à partir d'une gare. La consultation est facturée 60 centimes suisses. La demande est formulée en entrant sur le portable les gares

⁶ Coopérative d'auto-partage regroupant plus de 42 000 abonnés. A peu près 1600 véhicules répartis en 850 emplacements sur 350 localités sont à la disposition des utilisateurs 24 heures sur 24.

d'origine et de destination puis en composant le numéro de téléphone. Ce numéro varie suivant le type d'abonnement ou d'opérateur (par exemple : le 222 pour l'opérateur Swisscom et 999 pour Sunrise).

La demande peut être plus ou moins précisée, comme l'indiquent les exemples ci-dessous.

Figure 4 : exemples de saisies

Les trois prochaines relations de Bâle à Zurich



Saisie des gares de départ et d'arrivée séparées par un espace (puis composition du 222).

Départ à partir de 19h00 de Bâle à Zurich



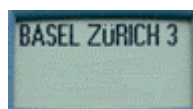
Gare de départ, gare d'arrivée puis heure de départ.

Précision de la voie



Gare de départ, gare d'arrivée, heure de départ, voie d'embarquement.

Départ dans 3 heures

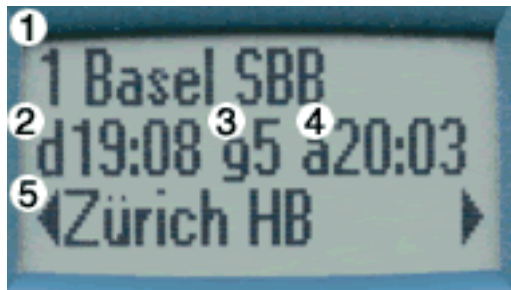


Gare de départ, gare d'arrivée, intervalle horaire.
Entrées possibles : 1 - 24 heures

NB : Bien entendu, étant donnée l'ergonomie limitée des écrans et claviers, un certain nombre de raccourcis et de règles d'écriture sont utilisables. Ainsi, le système ignore les majuscules et minuscules et les accents. D'autre part, à la manière de nombreux systèmes de recherche, le caractère * peut être utilisé comme signe de substitution (par exemple, KILLWANGEN* BERN au lieu de Killwangen-Spreitenbach Bern).

La réponse est envoyée par le serveur sous la forme de mini messages (SMS)

Figure 5 : exemple de réponse envoyée par le serveur



- 1 1re relation, lieu de départ
- 2 heure de départ
- 3 indication de la voie de départ
- 4 heure d'arrivée
- 5 destination

2.2.2.2 Horaires intervalles pour Assistant Personnel Numérique

Depuis juin 2001 les horaires "ville-à-ville" des CFF sont directement accessibles via un assistant personnel numérique. Chaque possesseur de ce type d'appareil peut télécharger et stocker les horaires de plus de 40 villes. Le téléchargement se fait à partir du site http://www.cff.ch/pv/palm_f.htm, sur lequel est aussi disponible le logiciel d'affichage et de recherche d'horaire nommé HAFAS palm.

Une fois les fiches horaires téléchargées, celles-ci sont consultables à tout moment et quel que soit l'endroit où l'on se trouve.

L'interface possède plusieurs menus ou onglets : Demande, Correspondances, Détails et Guide.

Le menu Demande permet de définir la relation recherchée.


L'onglet Correspondances donne la liste des horaires dans un délai de 24 heures.

Détails, décrit l'horaire sélectionné.

Le Guide contient d'autres gares d'arrêt.


2.2.2.2.1 Demande

Figure 6 : saisie des informations de départ et d'arrivée

	<p>En fonction de la demande, HAFAS Palm calcule toutes les correspondances dans un délai de 24 heures à compter de l'heure entrée et jusqu'au lendemain.</p>
--	---

2.2.2.2.2 Correspondances

Figure 7 : liste des réponses

	<p>Une fois la recherche lancée ou l'onglet "Correspondances" activé, la liste des horaires des 24 heures suivantes s'affiche. Cette liste indique:</p> <ul style="list-style-type: none"> Départ Arrivée Nombre de changements Date de départ Durée Nature des trains (IC, ICN, IR, etc.)
---	--

Un maximum de 30 destinations a été attribué à chaque ville de départ. Mais cette limitation n'est due qu'à la taille limitée des mémoires des Assistants Numériques actuels. Ainsi le fichier horaire d'une ville représente de 250 à 550 Ko et le logiciel de recherche 195 Ko (le système fonctionnant sur Palm OS 2.0 ou plus récent).

3 GOFAS

Les systèmes décrits préalablement ne renseignent que sur des aires géographiques bien déterminées. Les serveurs des transports urbains proposent une information à l'échelle des villes ou des agglomérations. Ceux des chemins de fer ou des transports aériens ne délivrent qu'une information de ville à ville. GOFAS tente de combler cette discontinuité en proposant un horaire de porte à porte sur l'ensemble du territoire suisse.

3.1 Historique

A l'origine du projet se trouvent essentiellement les CFF. On peut citer au moins quatre raisons qui ont poussé les chemins de fer suisses à développer un système d'information porte à porte.

- 1- Un constat : qui veut s'informer sur les horaires des CFF et des Cars Postaux en Suisse peut consulter les horaires électroniques sur ordinateur ou via l'Internet. Mais la recherche s'arrête aux gares, les arrêts des transports publics urbains n'y figurant que rarement; les agglomérations forment en quelque sorte des "**trous noirs**" dans le service électronique de renseignement sur les horaires.
- 2- Un certain succès : le système actuel de renseignement sur Internet des CFF (http://www.cff.ch/pv/index_f.htm) est très consulté par le public (1 million de consultation par mois). Il a semblé logique de l'améliorer, en augmentant sa précision en proposant une recherche de porte à porte.
- 3- Une demande : une étude⁷ réalisée en 98 portant sur un état des lieux des systèmes d'information et une analyse des besoins des usagers a conduit à la recommandation de la mise en place d'un système global d'information et d'horaires (transports urbains compris) pour la Suisse.
- 4- L'exposition Nationale Suisse Expo.02 : elle aura lieu du 15 mai au 20 octobre 2002 (cf. encadré). L'association de l'exposition et les pouvoirs publics ont souhaité qu'à cette occasion un système d'information national sur les transports puisse être mis à la disposition du public qui souhaitera se rendre à l'exposition.

Expo.02

En 1994 deux architectes et un journaliste élaborent un concept d'exposition nationale intitulé « Le temps ou la Suisse en mouvement » décrivant sur la région des Trois-lacs une exposition évolutive, participative, festive et cinétique ancrée à des Arteplages⁸. Le projet est présenté en janvier 1995 au conseil fédéral qui l'approuve. Prévue à l'origine pour avoir lieu en 2001, l'exposition se fera en 2002. Elle se tiendra dans deux régions linguistiques sur trois lacs et dans quatre villes : Bienne, Morat, Neuchâtel, et Yverdon-les-bains. Plus de 4000 spectacles et 12000 représentations ainsi que des manifestations exceptionnelles (cérémonies d'ouverture par exemple) sont prévues. On attend 4,8 millions de personnes visitant

⁷ Intelligente Kundeninformation im öffentlichen Verkehr (mieux informer les usagers des transports en commun) - Oliver Arnet, Stefan Holzinger, Stefan Maissen - 5/98.

⁸ Arteplage : Mot créé à l'occasion de l'exposition et synonyme de lieu d'exposition.

2,3 ardeplages en moyenne et 10,5 millions d'entrées. Selon la direction de l'exposition, « **Le choix du moyen de transport et le voyage dans la région des Trois-lacs font partie de l'événement Expo.02** ». Ainsi, les CFF prévoient de transporter 50% des visiteurs. Pour cela l'infrastructure et le matériel roulant ont été améliorés. Les « gares-exposition » d'Yverdon-les-Bains, de Neuchâtel, de Morat et de Bienne ont été rénovées. En outre, sur les lignes Yverdon-Bienne et Morat-Lyss, le profil des ponts et tunnels a été agrandi de manière à permettre la circulation, en Suisse romande, des trains IC à deux niveaux de grande capacité. Les rames ICN à caisses inclinables, seront majoritairement utilisées. Depuis juin 2001 lors du changement d'horaire, les principaux aménagements d'horaires (augmentation des cadences notamment) ont été anticipés.

3.2 Etude de faisabilité.

Faisant suite à cette idée, une étude de faisabilité⁹ menée conjointement par les CFF et le programme national de recherche "transport et environnement" (PNR 41)¹⁰ était lancée. Nous reproduisons ci-dessous le résumé de ses résultats.

1. La réalisation d'un système national d'information sur les horaires pour l'ensemble du pays est une première étape vers une information complète et à jour sur les transports publics.
2. Les grandes agglomérations de Genève, Zurich et Bâle appliquent déjà certains systèmes d'information sur les horaires avec des correspondances d'arrêt à arrêt (ou de porte à porte); dans les autres villes, il n'existe cependant pas encore de moyen électronique de s'informer sur les horaires.
3. Les entreprises de transports urbains interrogées dans le cadre de cette étude prônent la solution d'un réseau d'information sur les horaires pour l'ensemble de la Suisse; elles soumettent toutefois leur participation à ce projet à certaines conditions, dont la possibilité de participer au processus de décision sur la conception du produit, le contrôle de la qualité et le financement (clé de répartition équitable pour les coûts et les recettes). Un abandon des systèmes de renseignements régionaux actuels n'entre cependant pas en ligne de compte, étant donné que ces systèmes respectent souvent des normes plus sophistiquées que les renseignements nationaux.
4. L'intégration des entreprises de transport urbain dans un système national d'information sur les horaires est réalisable du point de vue technique. Il n'existe pas de points bloquants ("no-go items") susceptibles d'empêcher sa réalisation.
5. Toutes les données des entreprises de transports doivent être réunies dans une base de données centrale (dit modèle de base de données). Reste à déterminer

⁹ Vision Fahrplanauskunft Schweiz - Oliver Arnet et al. - 2/99

¹⁰ Résumé des publications et recherches : www.nfp41.ch et www.admin.ch/edmoz/f_edmoz/f_index.htm

s'il convient d'élargir la base de données INFO des CFF (ou une autre base de données similaire d'une entreprise de transports urbains) ou de développer une nouvelle base de données plus performante.

6. La demande de renseignements se fait au moyen d'un système de renseignements encore à désigner par le biais du téléphone (par ex. 157 22 22), du Natel (Short Message Service SMS), d'un PC (Internet, éventuellement cédérom) ou au guichet.
7. Le système national d'information sur les horaires ne devrait pas être exploité sous le nom des CFF mais sous le label "Transport public Suisse". Cela permettrait d'axer la promotion des transports publics en Suisse sur le fait que les transports publics constituent un réseau global de "porte à porte" (dans un premier temps, d'arrêt à arrêt).
8. L'aménagement d'un système national d'information sur les horaires durera deux ans, dont un consacré à la réalisation technique. Pour que le système soit opérationnel pour l'inauguration d'Expo.01¹¹, il faut que les préparatifs nécessaires commencent début 1999. Un engagement des entreprises de transports urbains de participer à ce projet et par la suite une déclaration d'intention soutenue par toutes les entreprises de transports (UTP, la Poste) devraient être formulés au cours du premier trimestre 1999. La décision de réalisation devrait tomber au plus tard fin 1999.
9. Le système national d'information sur les horaires doit être organisé sur une base partenariale et sa qualité doit être assurée par un organe de contrôle neutre. La meilleure façon de remplir ces conditions est de fonder une société indépendante nommé par exemple "société service de l'information sur les horaires". Etant donné qu'il existe différentes interfaces au projet "EasyRide"¹² (notamment pour les données de base ou les renseignements tarifaires), une coordination étroite des deux projets est nécessaire. Une intégration ultérieure du système national d'information sur les horaires dans l'organisation définitive d' "EasyRide" doit être étudiée.
10. Le coût approximatif de la réalisation du système national d'information sur les horaires est estimé à 5 millions de francs suisses. Ce montant comprend les travaux techniques (matériel et logiciels non compris), la direction du projet, les tâches de coordination ainsi que l'enquête réalisée pour évaluer les expériences de la première année d'exploitation.
11. Concernant le financement des coûts d'investissement et d'exploitation du système national d'information sur les horaires, il importe d'étudier des clés de répartition permettant de couvrir les coûts au moyen de prélèvements préalables sur certaines recettes des transports.

¹¹ Expo.01 : nom commercial initial de l'exposition nationale suisse qui devait avoir lieu en 2001 (cf. encadré).

¹² EasyRide : projet suisse pour la réalisation d'un système national de gestion électronique des prix de transport. Ce projet réunit l'Union des transports publics, les CFF et La Poste (www.easyride.ch/easyride/f/index.htm).

3.3 Spécifications et développement.

La phase de spécification fut assez courte (3 mois), les CFF ayant acquis une grande expérience lors du développement de leur système de renseignement sur les horaires sur Internet.

Le développement du système lui-même fut confié à la société allemande IVU Trafic Technologies AG¹³ spécialisée dans le développement d'applications et de logiciels transport (Fahrinfo, information ; MICROBUS, confection des horaires ; etc.).

Tout au long du projet, le développement fut encadré par un groupe de travail composé des différents partenaires (le groupe s'est réuni pendant 6 à 7 mois à raison d'une demi-journée par mois).

La réalisation du projet s'est étalée sur une période de deux ans et demi.

3.4 Les partenaires du projet

Le projet associe aux CFF les transporteurs des villes de Bâle, Berne, Bienne, Genève, Lausanne, Lugano, Lucerne, Neuchâtel, Saint Gall et Zurich. Cet ensemble de villes, de 40 000 (Lucerne) à 400 000 habitants (Zurich), représente 80% de la population suisse.

3.5 Fonctionnement

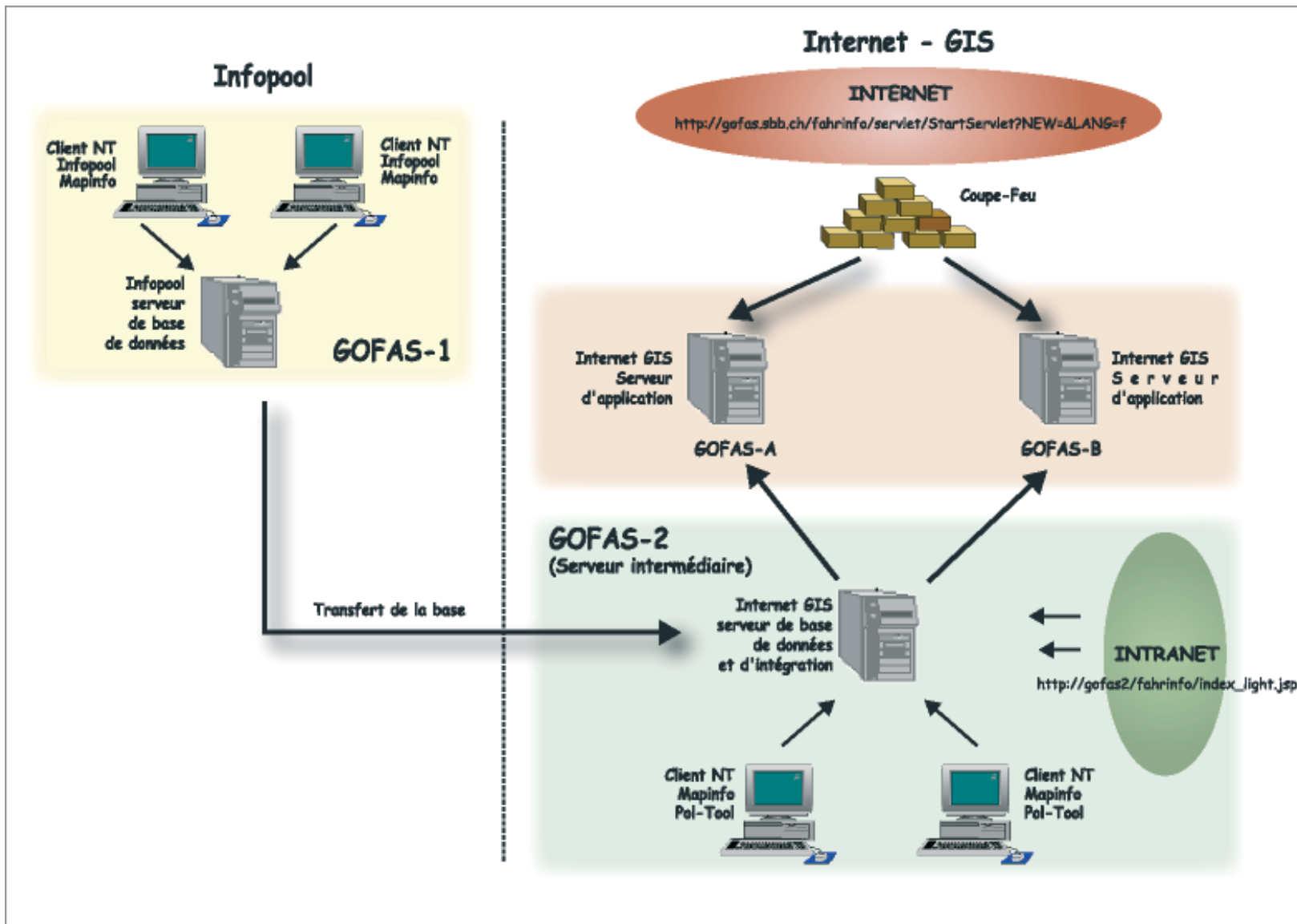
Les concepteurs du projet GOFAS ont adopté une architecture tout à fait à l'opposé de celle utilisée par le système DELFI en Allemagne. Contrairement au système allemand dont le principe est de mettre en réseau différents serveurs d'informations locaux ou régionaux et le serveur de la Deutsche Bahn (DB) pour la recherche longue distance, le système suisse est un système entièrement centralisé. Ainsi sur un même serveur ont été centralisées les informations du système national de déplacement (celui des Chemins de Fer Fédéraux) et les informations des réseaux de transport des dix villes ou agglomérations participantes. Nous analysons plus loin les avantages et inconvénients de ces deux architectures.

3.5.1 Les composants de GOFAS (cf. figure 8)

- Comme l'indique le schéma ci-joint, GOFAS est composé de deux sous-ensembles. Le sous-ensemble « infopool » permet la préparation, l'intégration et la consolidation des données géographiques et horaires, en vue de la constitution de la base d'information multimodale de GOFAS.
- Le sous-ensemble « Internet-GIS », tout à la fois moteur d'exécution et interface Internet, qui à partir de la base produite par Infopool calcule les itinéraires et en permet leur publication sur Internet.

¹³ <http://www.ivu.de/>

Figure 8 : GOFAS (schéma)



□ **Infopool**

Un système d'information multimodale nécessite plusieurs types d'informations, parmi lesquelles les horaires aux arrêts (avec leur calendrier d'application), la liste des arrêts géocodés et des correspondances.

Les données horaires sont produites par les réseaux de transport participant au projet. Elles sont issues des logiciels de confection d'horaires utilisés par ces derniers. Elles ont toutes en général un format particulier. Ainsi sur l'ensemble des partenaires 4 ou 5 logiciels différents sont utilisés parmi lesquels HAFAS (Hacon), Hastus (GIRO), Microbus (IVU) et INFO, le système des CFF.

Un des rôles du module infopool est de permettre l'intégration de ces horaires. Les horaires complets sont fournis une fois par an par les réseaux sous la forme de fichiers électroniques. Infopool les intègre aux horaires nationaux des CFF après les avoir convertis au format *transform*, le format utilisé par le moteur de recherche HAFAS.

Les stations clientes des CFF permettent aussi la saisie et la description du réseau. Chaque station ou arrêt doit avoir un numéro unique (qui respecte le numérotage défini par les CFF) et posséder des coordonnées x y (exprimées en mètres). Les coordonnées sont au format du système de projection des coordonnées suisse SWISS GRID. Ce système dont le point zéro se trouve en France près de Bordeaux¹⁴ couvre la totalité du territoire. Le logiciel Mapinfo est utilisé pour visualiser, corriger et modifier cette base de données cartographiques.

□ **Internet-SIG**

Une fois constituée, la base de données Infopool est transférée sur un serveur intermédiaire. Accessible sur l'Intranet des CFF, celui-ci a plusieurs fonctions :

- tester le bon fonctionnement de l'application ainsi que les nouvelles versions ou les nouveaux développements des différents logiciels qui la constituent ;
- saisir des informations nouvelles (points d'intérêts tels que les commerces et hôtels par exemple) ou implémenter de nouvelles fonctions. Ceci se fait à partir des stations clientes apparaissant sur le schéma;
- Enfin, via l'Intranet de l'entreprise, ce serveur est mis à la disposition du personnel des CFF et notamment du personnel d'information.

Le cœur du système est un noyau Fahrinfo/Hafas. Ce moteur de recherche d'itinéraires développé par la société Hacon est très largement répandu en Europe (neufs réseaux ferrés nationaux l'utilisent ainsi que de nombreux réseaux urbains). A partir de la base produite par Infopool, cette application calcule l'itinéraire le mieux adapté. Ce calcul ne se fait que d'arrêt à arrêt. L'extension de la recherche d'adresse à adresse se fait par l'intermédiaire d'une couche logicielle supplémentaire appelée GIS Framework. Ce serveur géographique développé par la société IVU assure les fonctions suivantes :

- Permettre la visualisation des plans et cartes sur Internet et faciliter la saisie des adresses de départ et d'arrivée. Ainsi une adresse peut être saisie directement ou bien à partir d'une carte digitale. Pour gagner du temps, ces cartes sont transmises sur Internet en format gif (graphics interchange format). Le système couvre la totalité du territoire sous la forme de carreaux de 500 m de côté. Tous les formats (vectoriels ou point à point) sont acceptés pour la constitution de la

¹⁴ Berne est ainsi aux coordonnées 600'000 / 200'000, et il est impossible de confondre les coordonnées X et Y (les X sont toujours supérieures aux Y).

base cartographique. Toutefois, une fois décrit dans ces différents formats, l'ensemble de la base est découpé en petit carreaux convertis au format gif. Le choix de ce format a pour conséquence d'accélérer considérablement la transmission et l'affichage des plans et cartes.

- Servir d'interface avec Hafas. Hafas ne traite que des numéros de station. GIS framework transforme les adresses de départ et d'arrivée en numéros de stations et les transmet à Hafas.

Ainsi testée, l'application est répliquée sur deux machines identiques (« GOFAS A » et « GOFAS B ») qui fonctionnent en parallèle et qui servent de serveurs Internet. Bien que ces deux serveurs soient totalement identiques et interchangeable (en cas de panne par exemple), l'un est dédié à la clientèle de langue allemande (70% de la population) tandis que le second est réservé aux clients de langue française et italienne.

3.5.2 Technologies utilisées

Les serveurs fonctionnent dans un environnement Windows NT. La base de données est une base Oracle. IBM/WebSphere est utilisé comme serveur d'application¹⁵ et Java Server Pages comme moteur de publication des pages développées en langage Java et HTML.

3.6 Aspects Légaux et Institutionnels

Une caractéristique évidente de l'information multimodale est de faire intervenir un nombre important d'acteurs. Dans le cas de GOFAS par exemple, 10 entreprises de transports sous la tutelle d'autant de communes et cantons partagent leurs horaires avec les CFF, société anonyme de droit spécial dépendant entièrement de la Confédération.

Il est évident que ce type de collaboration s'accompagne de problèmes de propriété intellectuelle, de droit d'accès, d'exploitation et de reproduction de l'information. Le côté économique doit être aussi envisagé. Si l'information brute ou encore l'information recomposée a une valeur marchande, alors des mécanismes de redistribution ou compensation entre partenaires doivent être envisagés. Enfin, les responsabilités doivent être identifiées (par exemple en cas d'inexactitude de l'information).

Sans que tous ces points soient pris en compte, un contrat type existe, qui lie les partenaires aux CFF. Celui-ci spécifie en particulier :

- les conditions d'échange et de mise à disposition des données par les villes ;
- les standards et normes à respecter ;
- les conditions de mise à jour des informations (par exemple en cas de restructuration d'une ligne ou d'ajout d'un arrêt, le réseau devra respecter un certain nombre de règles notamment au niveau de la numérotation) ;
- les modalités d'hébergement des données et des applications ;
- les problèmes de confidentialité, de coûts de participation et de droits d'entrée.

¹⁵ Tout en assurant l'exécution des traitements, le serveur d'application réalise du côté Internet l'interface HTML affichée sur les postes clients équipés d'un navigateur, et de l'autre côté l'interfaçage avec le gestionnaire de la base de données.

Les problèmes de responsabilité vis-à-vis de la clientèle ou entre partenaires ne sont pas abordés. Ils devraient être pris en compte ultérieurement. A l'heure actuelle, un message averti le client qu'il s'agit d'une version « test » sans garantie d'exactitude des horaires.

3.7 Premiers résultats

On se reportera au rapport sur le projet DELFI pour des résultats plus généraux sur l'impact des Systèmes d'Information Multimodale et leur acceptation par les voyageurs. GOFAS est en période de test et l'évaluation finale n'a pas encore eu lieu. Bien qu'elle soit difficile à réaliser du fait de la difficulté à isoler l'influence des autres facteurs (revenus, prix, prix des carburants, etc.) une étude est toutefois prévue pour évaluer l'impact de GOFAS sur les habitudes de déplacement. Selon le responsable du projet aux CFF, une évaluation gouvernementale aurait prévu un report modal de **2%** de la voiture particulière vers les Transports en Commun grâce à ce type de système. Aujourd'hui, les CFF estiment que ce report devrait être de l'ordre de **0.5%**. D'autre part, GOFAS devrait surtout être utilisé pour des déplacements effectués dans le cadre du travail plutôt que dans celui des loisirs.

3.7.1 Acceptation par les voyageurs

En avril 2001, le serveur allemand de GOFAS recevait **300 000 clics** par semaine. Celui-ci était en période de test et seule une publicité sur la page d'accueil du serveur d'horaire¹⁶ des CFF invitait à le tester.

De plus, les utilisateurs étaient conviés à livrer leur opinion sur le système par courrier électronique. A cette date, 90% des opinions étaient positives. Un certain nombre d'interrogations portaient sur l'utilité d'un tel système.

3.7.2 Acceptation par les partenaires

Un certain nombre de freins (d'ordre technique ou « politique ») ont été mentionnés par les CFF. Parmi les plus importants on citera :

- la nécessité pour l'entreprise qui participe de posséder un système d'information et de production d'horaires ;
- la peur de « l'ogre CFF », entreprise de transport nationale susceptible de dévorer les petites entreprises. A ce sujet, il a fallu convaincre les réseaux de bien vouloir mettre à disposition leurs données.

3.7.3 Efficacité technique

Dans tous les cas (y compris lorsqu'il y a transfert de plan ou carte) le temps de réponse est inférieur à **10 secondes**. Ce temps comprend :

- la recherche de l'itinéraire ;
- l'acheminement de la réponse (à travers un accès à 56kb, accès au réseau téléphonique le plus courant en Suisse).

3.7.4 Ergonomie (cf. écrans en annexe)

Gofas gère un système géographique à l'échelle de la Suisse, ce qui facilite la recherche et le repérage des adresses.

¹⁶ Ce même serveur reçoit 1 million de consultations par mois.

Toutefois le système est très restrictif dans la saisie des adresses. L'orthographe, l'ordre des mots, les séparateurs entre mots ainsi que l'accentuation doivent être respectés.

3.7.5 Éléments financiers

Selon ses concepteurs, le coût du projet sur 3 ans est évalué à 6 ou **7 millions** de francs suisses (4 à 4,5 MEuros), 95% du coût étant pris en charge par les CFF. Ces coûts comprennent, les développements, les matériels, logiciels, licences (Navtech, GIS framework, Hafas, etc.) et bases de données nécessaires à l'application.

A titre indicatif, la base de donnée des adresses géocodées des villes couvertes par GOFAS coûte 300 000 francs suisses soit 200 000 Euros (+15% de mise à jour annuelle).

Le coût de fonctionnement pour la première année est évalué à 1 million de francs suisses soit **670 000 Euros**. Il faut noter que ce coût englobera la première année un certain nombre d'enquêtes et d'évaluations.

Enfin, le « droit d'entrée » pour un nouveau réseau ou partenaire est de 10 000 CHF. Cette somme correspond au coût d'intégration (main d'oeuvre) des nouvelles données dans le système GOFAS.

4 DELFI contre GOFAS

Système de recherche d'itinéraire multimodal à l'échelle de l'Allemagne, DELFI offre sensiblement les mêmes fonctions que GOFAS. Toutefois il diffère totalement du système suisse par son architecture. Sans être exhaustif, nous essayons de comparer ces deux solutions.

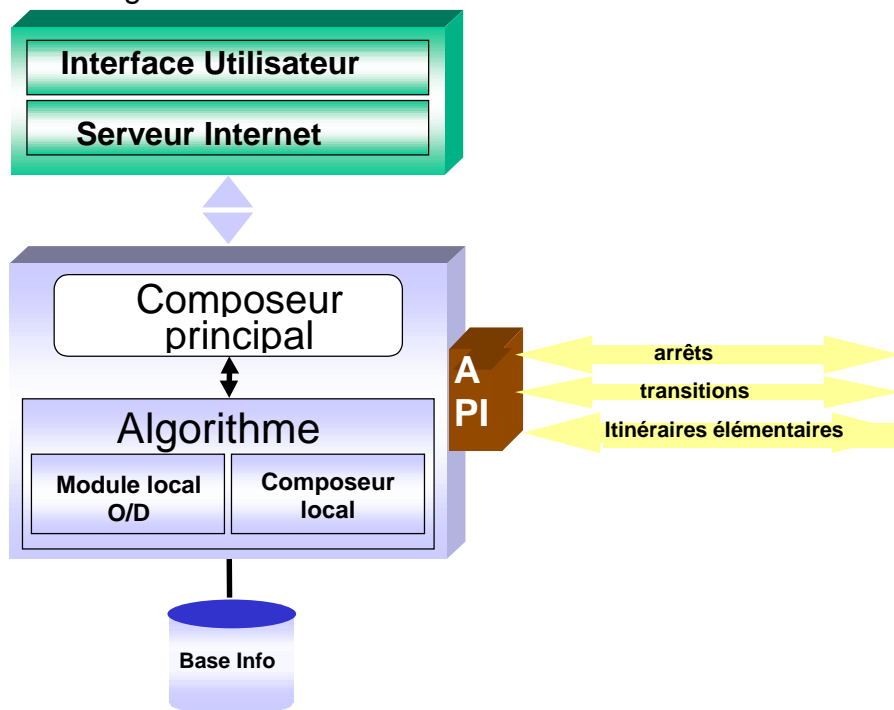
4.1 DELFI : le porte à porte allemand

DELFI utilise les technologies de communication d'Internet. Son principe est de mettre en relation différents serveurs locaux d'information aux travers d'interfaces spécialisées, et de permettre ainsi une recherche d'itinéraire à partir d'arrêts répartis sur ces différents sites.

4.1.1 Composition du système

La mise en réseau des serveurs nécessite des modifications et des aménagements sur les serveurs existants. Chaque serveur comprend donc (cf. figure 9) :

Figure 9 : Schéma général de DELFI



- **Une base d'information commune** : cette méta-base centralise un petit nombre d'informations. Elle est mise à jour de façon centrale, et est ensuite copiée sur les différents systèmes locaux. La base ne contient qu'un petit nombre d'informations telles que des tables de transformations et de traductions. Elle joue le rôle de dictionnaire de traduction des différents "langages" utilisés par les systèmes qui composent DELFI. A ces tables de transformation s'ajoute une table de

"responsabilités" qui permet aux sites qui composent DELFI de savoir, suivant les cas, quel sera le serveur responsable de la recherche pour telle ou telle ville.

- **Un noyau local** (modifié) destiné à réaliser les calculs d'itinéraires locaux.
- **Un module d'identification des origines-destinations**, lui aussi modifié dans bien des cas pour prendre en compte les nouvelles fonctions de recherche.

Un « super mécanisme » ou **Composeur principal** (seule partie nouvelle du serveur), qui permet les traitements répartis.

4.1.2 Principe de fonctionnement

A chaque recherche d'itinéraire les opérations suivantes sont effectuées :

- Identification des serveurs responsables des recherches en début et en fin du voyage (il est possible d'avoir plusieurs serveurs pour une même origine ou destination). Ce sont les noms des villes ou régions en début et fin de voyage qui permettent de sélectionner ces serveurs locaux (en utilisant les tables de responsabilités citées plus haut).
- Vérification par les serveurs identifiés des données saisies par le voyageur : la ville, l'arrêt, l'adresse existent-ils ?
- Après identification des serveurs responsables des recherches de début et de fin de voyage, un nouveau composant, le Composeur Principal, réalise les traitements suivants :
 - identifier les serveurs locaux supplémentaires nécessaires au calcul de l'itinéraire complet et évaluer leur état de fonctionnement ;
 - réclamer les points de transition vers ces différents serveurs.
- Etablissement par les serveurs locaux des différentes possibilités d'itinéraires élémentaires composant l'itinéraire complet.
- Composition par le Composeur principal de l'itinéraire final le mieux adapté aux besoins définis par l'utilisateur.

4.2 Comparaison

Les modèles centralisés de GOFAS et distribués de DELFI se différencient sur plusieurs aspects.

4.2.1 Maîtrise de l'information

Un système centralisé tel que GOFAS nécessite que les fournisseurs d'information acceptent la mise à disposition de leurs données. En dehors du problème de leur valeur marchande, en cédant ses données, le fournisseur perd une certaine maîtrise sur celles-ci. Notamment, sa liberté de les modifier ou de les mettre à jour est fortement réduite. Ainsi dans le cas de l'ajout d'un arrêt par exemple, il devra se conformer à la numérotation globale mise en place au niveau central.

4.2.2 Maîtrise du système d'information de l'entreprise

A contrario, dans le cas d'une architecture répartie, s'il garde la maîtrise totale de ses données, le fournisseur d'information perd un peu de la maîtrise de son système (respect de normes, respect des interfaces, etc.) qu'il est obligé d'ouvrir aux autres serveurs. Cette perte de maîtrise est toutefois très relative. En effet, l'utilisation d'interfaces standardisées pour relier entre eux les différents serveurs locaux permet à chaque fournisseur de garder ses solutions propriétaires. Chaque fournisseur garde ses modes de représentation et de description des réseaux, ses algorithmes

de calcul et de recherche d'itinéraires, ses modes de codage, etc. Ce dernier point est très important dans le cas d'entreprises de transport. On sait notamment qu'en France, les systèmes d'information aux usagers n'ont pas été développés en tant que tels mais utilisent des parties communes (cartographie, description du réseau, horaires, etc.) avec d'autres secteurs de l'entreprise (service exploitation, service de planification des moyens et de confection des horaires, etc.).

Remarque : cet avantage que l'on peut accorder au système allemand est toutefois à modérer. En effet, comme cela a été mentionné préalablement, GOFAS accepte, grâce à son interface infopool, la plupart des formats de fichiers des logiciels de graphichage et d'habillage des horaires, ce qui sous-entend que les réseaux n'ont aucune adaptation à réaliser.

4.2.3 Type d'organisation

L'organisation de type DELFI peut paraître plus attractive. Le partenariat apparaît plus actif et plus valorisant pour les participants au projet. Même si dans les deux cas le serveur longue distance est celui de la compagnie nationale de chemin de fer (DB pour l'Allemagne et CFF pour la Suisse), dans DELFI, le serveur du partenaire local participe à la recherche. Une recherche nationale n'est qu'une extension via le serveur de la DB d'une recherche locale. Dans le cas de GOFAS, une fois ses données livrées aux CFF, le partenaire n'a plus qu'un rôle très minime à jouer.

4.2.4 Propriété intellectuelle de l'information et responsabilité

Quel que soit le type d'architecture retenue, les systèmes d'information multimodale posent le problème de la propriété intellectuelle de l'information et de la responsabilité. Qui a la propriété de l'information mise à la disposition du public par le système ? En cas d'inexactitude, qui est responsable ? Ces problèmes juridiques sont probablement aujourd'hui un des freins au développement des systèmes. Toutefois, il apparaît qu'un système centralisé ajoute encore un intermédiaire (l'entité qui gère le système central). Même si cet intermédiaire peut être un des fournisseurs d'information (cas de GOFAS), il n'en résulte pas moins qu'il aura des droits et des devoirs liés à cette dernière fonction. D'un autre côté, ce type d'association où le gestionnaire du système est bien identifié devrait permettre de clarifier les problèmes de propriété et de responsabilité entre partenaires. Ceci devrait aussi profiter à l'utilisateur qui saura clairement à qui s'adresser en cas de problème.

4.2.5 Compétitivité

En mettant en réseau les différentes sources d'information, DELFI permet aux fournisseurs d'information et aux fournisseurs de systèmes de garder leur autonomie et de maintenir la compétition entre eux. Dans le cas de la Suisse, on peut penser qu'avec un serveur couvrant la totalité d'un territoire, les serveurs locaux n'ont plus de raison d'être, mais cette remarque n'est qu'en partie vraie. En effet les villes participant à GOFAS ont conservé leur serveur d'information. Toutefois, on peut se demander si « à la longue » les utilisateurs des serveurs locaux n'auront pas tendance à abandonner leur propre serveur au profit d'un serveur national permettant des recherches aussi bien au niveau local que national.

4.2.6 Fiabilité

On admet que le nombre de pannes d'un système est proportionnel au nombre d'éléments qui le composent. Un système centralisé qui supprime les serveurs

intermédiaires devrait être plus facile et moins onéreux à fiabiliser. Il devrait permettre aussi de s'affranchir de problèmes d'indisponibilité de réseau, de serveur, de grève, etc., qui se multiplient avec le nombre de serveurs intermédiaires. Toutefois dans le cas d'une panne (très improbable) sur un système centralisé, c'est l'ensemble des recherches qui deviennent indisponibles.

4.2.7 Efficacité

Nous avons donné, tant pour DELFI que pour GOFAS, des valeurs moyennes pour un calcul d'itinéraire complet. Ces valeurs nous ont été fournies par les concepteurs des systèmes sans qu'elles aient été réellement vérifiées. « Sur le papier », GOFAS devrait être toutefois plus rapide que DELFI. Les applications de recherche d'itinéraires étant peu gourmandes en calcul ou capacité de stockage, on peut penser que les avantages liés à l'architecture de DELFI (répartition de la charge de connexion, des calculs et du stockage sur plusieurs serveurs) n'amènent pas les gains qui pourraient compenser les inconvénients liés à cette même architecture. A savoir dans le cas d'un modèle distribué : l'hétérogénéité des matériels et logiciels et des performances des différents serveurs (tous les serveurs ne peuvent pas être au même niveau en même temps), les temps de communications entre serveurs et les processus supplémentaires inhérents aux systèmes distribués (recherche des serveurs participant aux calculs, vérification de leur disponibilité, etc.).

4.2.8 Ouverture/Interopérabilité

De par son architecture, DELFI est un système beaucoup plus ouvert que GOFAS. Cette plus grande ouverture ne se situe pas tant au niveau organisationnel qu'au niveau fonctionnel. En effet si l'on raisonne en termes de capacité des systèmes à s'ouvrir à d'autres fournisseurs d'information ou partenaires, les deux architectures ne semblent pas présenter d'avantages l'une par rapport à l'autre. Cependant si l'on pense à la création de fonctions ou services nouveaux, DELFI est mieux adapté. Ainsi, toute information temps réel (perturbations, temps de parcours, temps d'attente aux arrêts, etc.) est quasi-impossible à mettre en place sur GOFAS en dehors de celle concernant les CFF. Avec DELFI, cela est possible du fait de la communication des serveurs entre eux. S'ajoute à cela, la possibilité de personnaliser ces serveurs et de développer à côté de la fonction recherche d'itinéraire des fonctions ou des services qui leur seront propres.

4.2.9 Facilité d'utilisation, Ergonomie

Nous n'abordons pas ici le problème de l'ergonomie des interfaces. Toutefois, la solution allemande permet à l'utilisateur de lancer sa recherche à partir de son propre site web dès lors que celui-ci fait partie du « réseau » DELFI. L'utilisateur conserve ainsi toutes les fonctionnalités de son serveur local (services personnalisés, information sur les perturbations, etc.) et ne modifie pas ses habitudes. De même, la phase d'apprentissage même légère n'est plus nécessaire.

4.2.10 Coût

Investissement

Le coût d'un système comme GOFAS (7 millions de francs suisses soit environ 4,5 MEuros) paraît élevé. De tels coûts appliqués à l'architecture DELFI rendraient l'application allemande encore bien plus chère. En effet, on peut considérer chacun des serveurs locaux et le serveur longue distance du « réseau » DELFI comme

autant de serveurs GOFAS. Toutefois DELFI a été construit à partir d'applications existantes. Les investissements en ce qui concerne les logiciels, outils de développement, serveurs d'applications, gestionnaires de base de données, systèmes géographiques, etc., peuvent être considérés comme amortis par ces applications. Dans ces conditions, DELFI peut apparaître comme un moyen moins onéreux de développer un système d'information national (ou pour le moins entre villes ou régions déjà équipées).

Fonctionnement

Là encore, même si le chiffre 1 million de francs suisses pour la première année d'exploitation de GOFAS semble très important, il faut noter que ce système n'a pas à supporter de coûts de communications entre serveurs. D'autre part, les coûts de locations des différentes licences sont applicables à un seul site et non à plusieurs comme dans le cas de DELFI.

4.2.11 Le cas français

Et pour la France, quelle architecture semble la mieux adaptée? Il n'existe pas à l'heure actuelle de système national de renseignement d'horaire de porte à porte. Il est évident que les principaux freins au développement d'un tel système sont d'ordre organisationnel et institutionnel. Ceux-ci ont été bien identifiés par les différents groupes de réflexions¹⁷ ou recherches¹⁸. Toutefois, leur étude n'entre pas dans le cadre de ce rapport qui se veut avant tout descriptif.

En ce qui concerne les aspects techniques, nous avons montré dans l'étude relative à DELFI que la France réunissait toutes les données et outils nécessaires à la mise en place d'un tel système. GOFAS s'appuyant sur une base nationale des adresses géocodées ne serait pas, quant à lui, immédiatement reproductible du fait de l'absence d'une base complète au niveau français (cf. conclusions).

¹⁷ Groupe de projet ITS France « Information Multimodale en Agglomération » animé par Bernard James (Ville de Paris)

Groupe de travail ATEC « Télématique et information Multimodale »

¹⁸ Aspects institutionnels et juridiques de l'information Multimodale – INRETS – G. Uster, juin 2000.

5 Développements futurs

C'est un choix voulu de la part des CFF d'avoir spécifié un système au nombre de fonctions relativement limité (par exemple pas de possibilité de réservation ou d'achat de billets en ligne). On peut citer plusieurs raisons à cette démarche, notamment un souci d'efficacité et de fiabilité, mais surtout la nécessité de respecter un calendrier très strict (être opérationnel pour l'exposition nationale). Toutefois certaines pistes de développements sont envisagées à plus ou moins long terme :

- Extension de l'intermodalité : Prise en compte de la coopérative d'auto-partage Mobility Car Sharing et RailLink (cf. §2.2.1).

Des accords existent déjà entre les CFF et la coopérative d'auto-partage Mobility Car Sharing. Ainsi, l'abonnement CFF «voiture incluse» est un abonnement demi-tarif pour 2 ans combiné avec une Carte Mobility (ce type d'abonnement permettrait une économie de 1000 F par mois par rapport à l'utilisation d'une voiture particulière pour un kilométrage inférieure à 15000 km /an¹⁹).

GOFAS pourrait intégrer le serveur de réservation de la coopérative et prendre en compte son parc de véhicules dans la recherche d'itinéraire.

- Ouverture vers les systèmes mobiles

La suisse est l'un des pays les plus équipés en téléphones portables. Une extension envisagée est de permettre l'interrogation du serveur GOFAS à partir d'un portable (à la manière du 222, cf. §2.2.2.1). D'autre part, la fonction de localisation du portable pourrait être utilisée pour faciliter la recherche d'itinéraire. Par exemple en prenant les coordonnées du téléphone pour point de départ de la recherche. Enfin, à terme, le « portage » (dans un format adapté) de l'application sur assistant numérique pourrait être envisagé (cf. § 2.2.2.2).

- Affinage des itinéraires marche à pied

A l'heure actuelle la seule information fournie sur les itinéraires marche à pied (en correspondance ou d'une adresse à un point d'entrée ou de sortie du réseau) est un temps de parcours. Celui-ci est calculé à partir des coordonnées de départ et d'arrivée du tronçon de marche à pied. Il ne tient pas compte du réseau réel de voirie. A partir de l'utilisation de la cartographie de la voirie, deux améliorations sont prévues. Une amélioration de la précision des temps de parcours et une visualisation à l'écran de l'itinéraire détaillé marche à pied.

- Utilisation des horaires dynamiques.

GOFAS utilise actuellement la base des horaires théoriques produite par le logiciel de planification des CFF. Il est prévu, à terme, d'utiliser la base des prévisions des horaires effectif des trains.

- Enfin, encore balbutiante, on mentionnera l'idée d'un projet Allemagne, Suisse Autriche sur le modèle de celui développé par les CFF.

¹⁹ cf. résumé de l'étude à l'adresse <http://www.mobility.ch/mobilmanager/IntResumeF.html>

6 Conclusion

L'existence de plusieurs modes de transport peut être vue comme un atout pour le voyageur. Il devrait ainsi bénéficier d'une offre plus importante, et mieux adaptée aux différentes situations de déplacement. Toutefois, cette multimodalité rend l'utilisation des transports plus complexe.

Pour un meilleur usage de cette offre, il est donc essentiel que sa présentation soit globale et complète. L'information doit porter sur l'ensemble des moyens mis à disposition ainsi que sur leurs interrelations afin de gommer les discontinuités entre modes.

Système d'Information Multimodale de porte à porte, GOFAS participe à cette information. Ce serveur rassemble les indicateurs d'horaires des plus grandes villes et agglomérations suisses, ainsi que celui des chemins de fer nationaux et des principales relations internationales. Il permet à l'utilisateur de planifier son déplacement de porte à porte sur l'ensemble du territoire helvétique. Dès son départ, il a en main la description complète de bout en bout de son déplacement avec les horaires détaillés de l'ensemble des modes qu'il empruntera. Il vérifie ainsi qu'il existe bien un service pour exécuter l'itinéraire final de son déplacement (par exemple de la gare à son lieu de rendez-vous ou de villégiature), se libère des interrogations sur les correspondances et peut comparer diverses solutions.

Ce système est remarquable sur au moins deux points. Il dispose :

- d'un système cartographique des adresses qui couvre l'ensemble du territoire suisse ;
- d'une base de données intermodale des transports collectifs (hors transports aériens), elle aussi à la dimension du pays.

Ainsi, à partir d'une adresse de départ, et grâce à sa base des adresses géocodées, le système recherche le point d'entrée du réseau le plus proche et détermine automatiquement les différentes solutions en matière de modes de transport et d'horaires.

GOFAS est un système centralisé, entièrement géré par les CFF. Les réseaux des villes participantes ne font que fournir leurs bases d'information. Il est comparé dans cette étude au projet DELFI en Allemagne qui utilise une architecture totalement opposée, basée sur la mise en réseau de serveurs individuels.

Si d'un point de vue organisationnel DELFI semble plus facile à réaliser (pertes de prérogatives moins importantes de la part des partenaires participant au projet par exemple), d'un point de vue technique GOFAS devrait être plus efficace en termes de rapidité, fiabilité, facilité de maintenance et coût global.

De tels systèmes sont-ils « répliquables » en France ? Il est évident qu'en raison des questions organisationnelles, institutionnelles et juridiques qu'ils soulèvent, ils ne pourraient se développer sans des initiatives locales ou nationales très fortes tant de la part des acteurs publics que des opérateurs transport.

Techniquement, ces systèmes sont réalisables, DELFI sans doute plus facilement que GOFAS qui nécessite un référentiel géographique des adresses. Mais ce dernier obstacle devrait disparaître. En effet à la suite d'un rapport gouvernemental sur la situation de l'information géographique en France, l'IGN vient d'être chargé de réaliser un Référentiel à Grande Echelle. Ce RGE (livraison complète en 2007), de

précision métrique, comportera plusieurs couches dont une composante « adresse » destinée à la localisation des informations connues par leur adresse postale.

Ainsi, les deux modèles sont réalisables techniquement. Un certain nombre d'applications se sont développées en France ou sont en cours de développement à des échelles plus réduites : Le pilote (<http://www.lepilote.com>) sur l'Aire Métropolitaine Marseillaise, Mobilignes (<http://www.mobilignes.com>) sur le Grand Besançon ou encore le site de l'AMIVIF (Association Multimodale d'Information des Voyageurs d'île de France) en cours de développement. Mais aucune application de couverture nationale n'existe. Pourtant les liaisons inter villes à grande vitesse se développant, on peut supposer que la demande de la part des voyageurs devrait elle aussi se développer. Reste à convaincre les opérateurs longue distance et ceux des villes ainsi que leurs autorités des bénéfices qu'ils pourraient tirer de tels systèmes. On peut penser que tout système qui permet de mieux faire voir et connaître les différentes possibilités des transports en commun et leurs combinaisons devrait avoir pour conséquence d'augmenter à la fois la mobilité des usagers et d'autre part la part de marché de ces modes.

Pour tester GOFAS :

http://www.sbb.ch/index_f.htm

puis

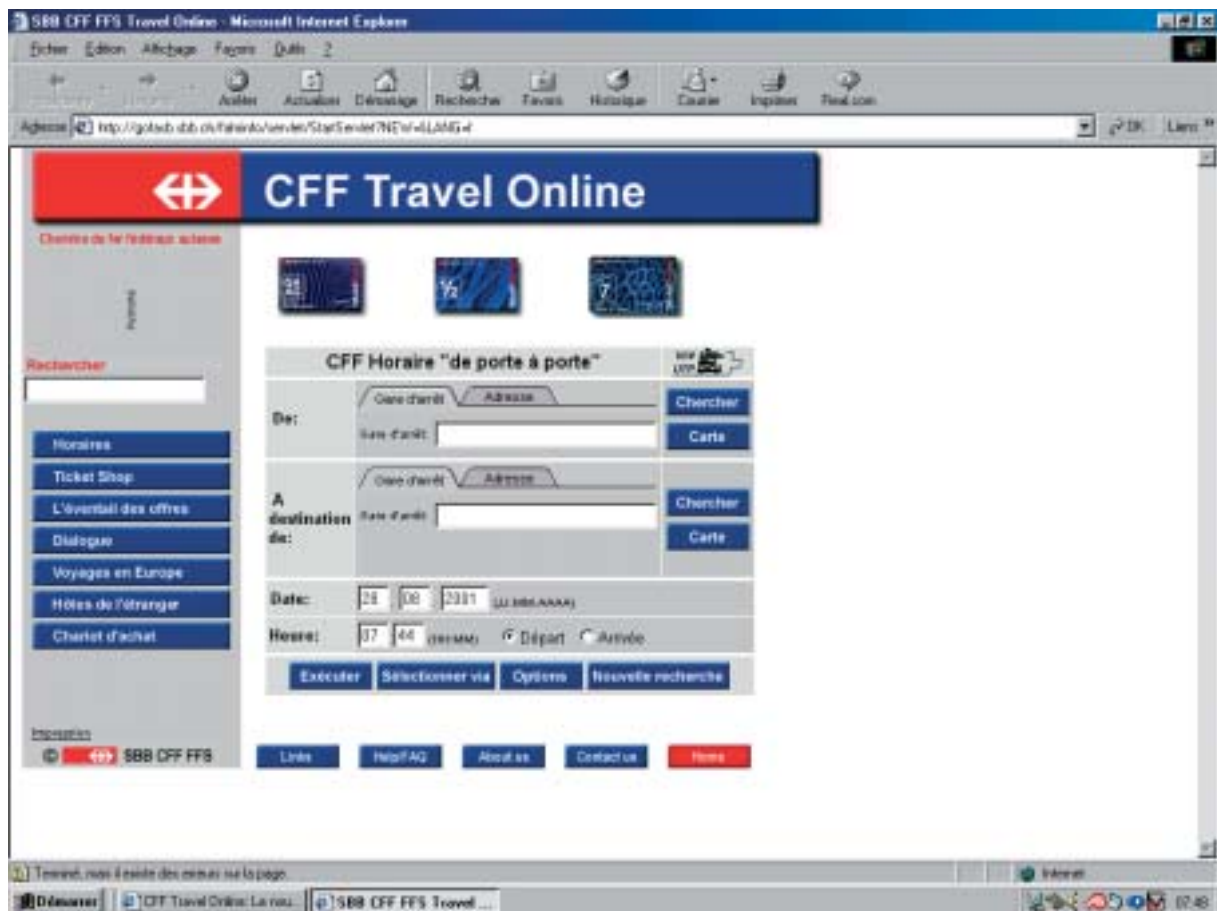
Voyages / Horaires

puis

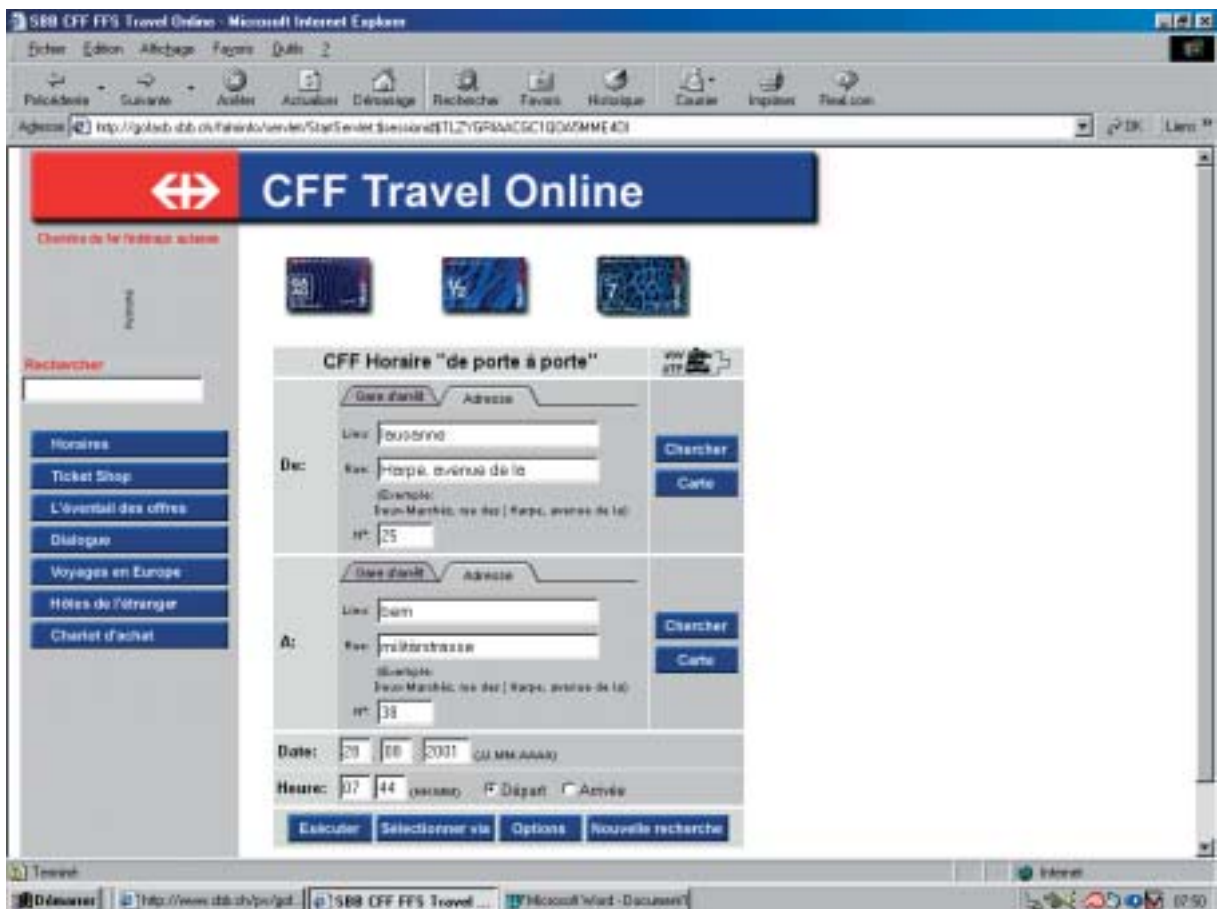
[horaire "de porte à porte"](#)

7 Annexes

Ecran de saisie



Du 25 rue de la Harpe à Lausanne au 38 rue Militarstrasse à Berne



Vue d'ensemble des premières relations

The screenshot shows the 'CFF Travel Online' website interface. At the top, there is a navigation bar with the CFF logo and the text 'CFF Travel Online'. Below this, there is a search bar and a button labeled 'De la publicité sur www.cff.ch ...'. The main content area is titled 'Vue d'ensemble des relations' and displays a table of train routes. The table has columns for 'Arrêt/adresse', 'Date', 'Heure', 'Chang.', and 'Durée'. There are three rows of data, all for the date 28.08.01, showing routes from Lausanne to Bern. Below the table, there are buttons for 'Relations suivantes >>>', 'Détails', 'Graphique', 'Sujet du trajet', 'Retour', 'Ancienne recherche', and 'Nouvelle recherche'. At the bottom, there is a footer with the CFF logo and several navigation links: 'Links', 'HelpFAQ', 'About us', 'Contact us', and 'Home'.

Arrêt/adresse	Date	Heure	Chang.	Durée
Lausanne, Harpe, avenue de la 25 Bern, Miltanstrasse 38	28.08.01	Dép. 9:00 Arr. 11:06	4	2:06
Lausanne, Harpe, avenue de la 25 Bern, Miltanstrasse 38	28.08.01	Dép. 9:46 Arr. 11:42	4	1:56
Lausanne, Harpe, avenue de la 25 Bern, Miltanstrasse 38	28.08.01	Dép. 10:00 Arr. 12:06	4	2:06

Détail de la relation 2

CFF Travel Online

De la publicité sur www.cff.ch ...

Infos horaires

Arrêt/Adresse	Date	Heure	Voisie	Moyen de transport	Offre	Carte des arrêts
Lausanne, Horge, avenue de la 25	28.08.01			Promenade environ 7 minutes		
Jardins						
Lausanne LD		Dép. 9:53	M 10		NA	Lausanne, Horge, avenue de la 25
Lausanne LD		Arr. 9:56		A pied	Y	Jardins
Lausanne		Arr. 09:01				Lausanne LD
Lausanne		Dép. 09:05	1	E 710	WS FA M R	Lausanne
Bern		Arr. 11:13	8			Bern
Bern		Dép. 11:13		A pied		Bern, Bahnhof (SvR)
Bern, Bahnhof (SvR)		Arr. 11:23				Bern, Bahnhof (SvR)
Bern, Bahnhof (SvR)		Dép. 11:26		Tra 0		Bern, Parkstrasse
Bern, Parkstrasse		Arr. 11:36				Bern, Parkstrasse
Bern, Parkstrasse				Promenade environ 5 minutes		Bern, Militärstrasse 30
Bern, Militärstrasse 30						

Durée de voyage: 1:56 Jours de circulation: voir guide (trip irrégulier pour donner des informations valides)

Vue d'ensemble | Guide de voyage | Renseignements de prix | 2e classe | Aller/retour

Offre:

Détail du trajet Ouchy Lausanne-Flon

The screenshot shows the CFF Travel Online interface in a Microsoft Internet Explorer browser window. The page title is "SBB CFF FFS Infos trains M 18". The main heading is "CFF Travel Online" with a logo. Below the heading, there is a navigation bar with links: "Accueil", "Actualités", "Déroulage", "Recherche", "Fiches", "Historique", "Cours", "Impress", and "Revisions". The address bar shows a URL starting with "http://www.cff.ch/...".

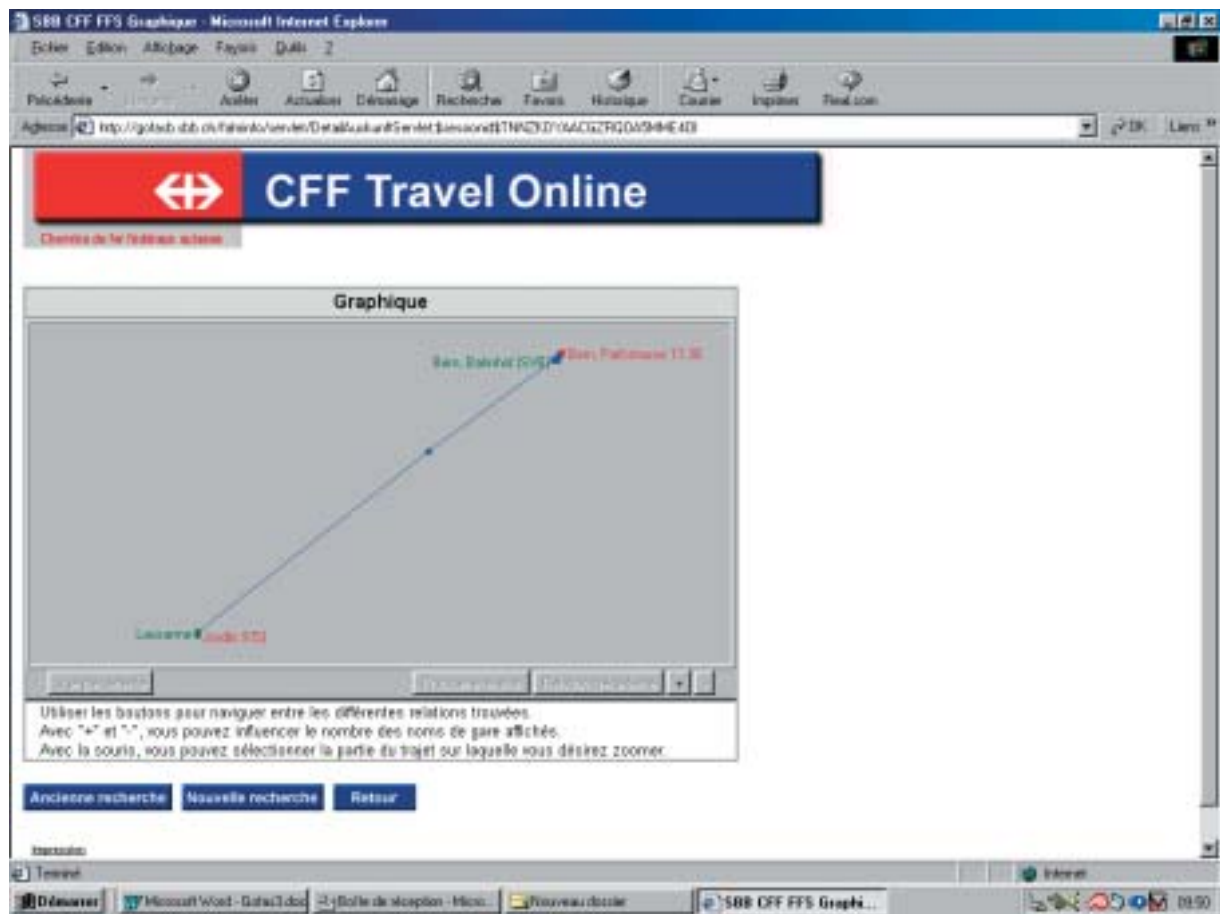
The main content area features a blue banner with the text "De la publicité sur www.cff.ch ...". Below this, the "Infos trains" section is displayed for the route "M 18: De Ouchy à Lausanne-Flon".

Arrêt	Arrivée	Départ	Train
Ouchy		9 52	M 18
Vevey	9 53	9 53	
Montbois	9 55	9 55	
Lausanne LG	9 56	9 56	
Lausanne-Flon	9 58		

Below the table, the "Jours de circulation:" section indicates "Ouchy -> Lausanne-Flon: circule chaque jour". The "Offre:" section shows "777 (Ouchy -> Lausanne-Flon)".

At the bottom of the page, there is a navigation bar with links: "SBB CFF FFS", "Links", "Help/FAQ", "About us", "Contact us", and "Home".

Graphique de la relation 2



Localisation de l'adresse de destination



8 Références

Déploiement national des Systèmes d'Information Multimodale – DELFI : l'exemple allemand – Collection du CERTU – Août 2000.

ACTIF : étude de domaine « optimisation des itinéraires », STERIA, Juin 2001.

Faisabilité d'annuaires pour l'information multimodale, Magellan, IETI, Mega, pour le CERTU, Rapport d'étude à paraître fin octobre 2001

ATEC : Pour une charte de l'information multimodale sur les déplacements de personnes, 1997.

ATEC ITS France : Information multimodale en agglomération, rapport du groupe de travail, à paraître 2^{ème} semestre 2002; http://www.atec-tec.net/fr/its_groupes_f7.asp.

Infopolis 2 : Rapport 3 : "Needs of travellers: an analysis based on the study of their tasks and activities" décembre 1998.

EuroTraCS : Rapport 8.2 : "Analysis of user needs and specification of system requirements for information and guidance systems" avril 1999.

La Lettre du Gart, Décembre 1998 (www.gart.org/lettres/let1298.htm#La Cyber Info-voyageurs)

EuroTraCS – D6.2 : "User Needs Regarding the Use of Information and Guidance Systems Along the Travel Chain", Novembre 1998.

Aspects juridiques et institutionnels de l'information multimodale – INRETS - G. USTER, juin 2000.

La borne publique d'information multimodale : résultats de l'enquête nationale réalisée en 98, rapport d'études CERTU, 1999.

Systèmes d'information multimodale : une bibliographie commentée, rapport d'étude, CERTU – CETE Nord-Picardie, octobre 99.

Projets

www.sbb.ch/pv/gofasintro_f.htm

www.eu-equal.net/all/metz.htm

www.faw.uni-ulm.de/deutsch/projekte.delfi.html

www.delfi.de

www.wayflow.de

www.mobilist.de

www.mobinet.de

www.cashcar.de

www.stadinfokoeln.de

www.eu-spirit.org

www.detr.gov.uk/itwp/index.htm et www.pti.org.uk/

www.CERTU.fr/tribfra/modtrans/cadre.htm (rubrique 4)

<http://web.inrets.fr/ur/cir/ressources/europlks.htm>

Fournisseurs

www.hacon.de

www.ivv.de

www.vrsinfo.de

www.fahrinfo.de

www.ivu.de

www.lumiplan.fr

www.magellan-ing.fr

etc.

Sites d'information voyageurs

www.cff.ch/pv/index_f.htm

http://gofasb.sbb.ch/fahrinfo/servlet/StartServlet?NEW=&LANG=f

www.oepnv.de

www.efa-bw.de

www.db.de

www.vvs.de

www.ratp.fr

www.tcl.fr

www.lepilote.com

www.mobilignes.com

www.sncf.fr

www.transport-idf.com

www.ovr.nl

www.tpg.ch

www.ovr.nl

Sites d'organisations suisses

www.litra.ch

www.nfp41.ch

www.admin.ch/edmz/f_edmz/f_index.htm

Le CERTU et les auteurs de ce document n'assument aucune responsabilité juridique ni ne s'engagent vis-à-vis de la complétude, de l'exactitude ou de l'utilité des informations présentées. Les noms de marques, de produits, de procédés, de services, ou d'entreprises cités dans ce document sont déposés par leurs propriétaires respectifs. La référence faite à un nom de marque, de produit, de procédé, de service, ou d'entreprise ne signifie pas qu'il soit soutenu ou recommandé par le CERTU ou les auteurs de ce document.

centre d'Études techniques
de l'Équipement
de la Méditerranée
30, rue Albert Einstein
Pôle d'activités
d'Aix-les-Milles
BP 37000


13791 Aix-en-Provence cedex 3
téléphone : 04 42 24 76 76
télécopie : 04 42 60 79 00

centre d'Études
sur les réseaux
les transports
l'urbanisme
et les constructions
publiques

9, rue Juliette Récamier
69456 Lyon cedex 06
téléphone : 04 72 74 58 00
télécopie : 04 72 74 59 00
www.certu.fr

*Service technique placé sous l'autorité
du ministre chargé de l'Équipement,
des Transports et du Logement, le **Certu**
(Centre d'études sur les réseaux, les transports,
l'urbanisme et les constructions publiques)
a pour mission de contribuer au développement
des connaissances et des savoir-faire
et à leur diffusion dans tous les domaines liés
aux questions urbaines.*

*Partenaire des collectivités locales
et des professionnels publics et privés,
il est le lieu de référence où se développent
les professionalismismes au service de la cité.*

-  Aménagement et urbanisme
-  Aménagement et exploitation de la voirie
-  Transport et mobilité
-  Maîtrise d'ouvrage et équipements publics
-  Environnement
-  Technologies et systèmes d'information