



# Beimpact

## Projet transdisciplinaire

## Chaîne GPS - Carte



Encadré par E. Kijewski

Ravat Anita - Léré Gwladys

Unrein Hélène - Baret Loïc



## Sommaire

<b>Introduction</b>	<b>3</b>
Objectif	3
GPS	3
Définition	3
Fonctionnement	3
Localisation du GPS	3
Mise à jour	4
Utilisation	5
Délimitation du GPS ici	6
Carte	6
Définition	6
Fonctionnement / Utilisation	6
Quelle carte utiliser ici	6
<b>Impact environnemental</b>	<b>7</b>
Cycles de vie	7
GPS	7
Utilisation	7
Recyclage	8
Carte	8
Fabrication de la pâte vierge	8
Pâte à papier à partir de fibres vierges	8
Étape de blanchiment	9
Pâte à papier à partir de papier recyclé	10
Formation de la feuille	10
L'impression	10
Transport	11
Impacts environnementaux	11
Trois recherches majeures	11
Moins de carburant avec un GPS	13
Émissions de CO2	13
Moins d'émission de CO2 avec un GPS	13
Les émissions de CO2 par la fabrication de papier	14
Ouverture de solutions	14
Moins d'usure de pneu	15
Eviter les travaux sur l'urbanisme	15
Mobile mapping	16
Déforestation	16
Ouverture de solutions	17
Émissions polluantes	17



Ouverture de solutions	18
Consommation d'énergie et d'eau	18
Ouverture de solutions	18
<b>Impact social</b>	<b>20</b>
Sécurité	20
Définition	20
Chaîne	20
Navigation	20
Définition	20
Chaîne	20
Efficience	21
Définition	21
Chaîne	21
Efficacité	21
Définition	21
Chaîne	21
Fiabilité	21
Définition	21
Chaîne	22
<b>Impact économique</b>	<b>22</b>
Prix	22



# Chaîne GPS - Carte

## I. Introduction

### A. Objectif

Notre projet porte sur l'étude de système de fonctions typiques de la vie courante instrumentées par les nouvelles technologies. Le but est d'évaluer l'impact réel (écologique et humain) des nouvelles technologies dans la mise en oeuvre de la fonction et d'interroger sur le véritable gain : évaluation des paramètres dimensionnant sur tout le cycle de vie et comparer avec une fonction équivalente réalisée sans nouvelle technologie. Pour cela nous avons choisi la chaîne GPS - Carte. Ce document sert à rassembler tous les points et informations préexistantes sur le sujets.

### B. GPS

#### 1. Définition

Le GPS (*Global Positioning System* ou *Géo-positionnement par Satellite*) est un système de géolocalisation c'est-à-dire qu'il permet de positionner un objet à l'aide de ses coordonnées géographiques.

#### 2. Fonctionnement

##### a. Localisation du GPS

Il repose sur l'exploitation de signaux radio émis par des satellites dédiés. En effet, le récepteur reçoit en permanence un signal émis par plusieurs satellites.

Le GPS fonctionne grâce au calcul de la distance qui sépare un récepteur GPS de ces satellites. La position des satellites étant connue, le récepteur peut en déduire ses coordonnées et donc sa position précise. C'est un système précis et rapide.

Plus en détail, il faut 24 satellites pour mettre en place un système de localisation précis. Mais cela à un coût. En effet, lors du lancement, un satellite nécessite (en plus du coût élevé de quelques dizaines de millions d'euros à une centaine de millions) une fusée.



## b. Mise à jour



Dans cette partie nous allons décrire le fonctionnement des mises à jour d'un GPS afin de mieux comprendre ensuite les impacts qui en résultent.

Les sociétés qui produisent les GPS partent d'une cartographie de départ qu'ils vont numériser puis mettre à jour pour en optimiser l'utilisation. Ils vont devoir rajouter des détails à cette carte de base comme les noms de rues, le sens de circulation d'une rue, les limites de vitesse, les interdictions de tourner...

Pour obtenir ces informations supplémentaires, l'utilisation d'une carte papier n'est pas suffisante. Il faut recourir à plusieurs sortes de moyens, utilisés par ces sociétés.

Premièrement, la carte numérisée va être associée à des images satellitaires, permettant de vérifier l'exactitude des informations et donc de les mettre éventuellement à jour (si l'image est suffisamment récente).

Ensuite des informations provenant des services administratifs et entreprises de travaux publics et privés permettent de savoir à quel moment il est nécessaire de mettre à jour des données, en rapport avec les travaux et donc les changements de route. Il est important que cette récolte d'informations soit faite rapidement et assez souvent pour éviter des erreurs dans les tracés : des routes qui n'existent plus, des changements de circulation...



Une autre source d'information très importante vient des utilisateurs eux-mêmes. En effet, ils ont la possibilité de signaler des erreurs ou changements de tous types : des changements dans le tracé des routes, des modifications de signalisation... Ils peuvent même signaler des informations concernant le trafic à un moment donné, la présence d'un contrôle routier ou d'un radar (mobile ou fixe) ou même un accident. Ces informations peuvent donc être toujours valables ou seulement pendant un moment donné.

Les entreprises qui vendent ces GPS doivent mettre en place un moyen de vérifier et valider ces informations provenant des utilisateurs.

Ces informations vont être vérifiées, pour certaines, directement par les autres utilisateurs (le changement temporaire n'apparaît qu'après avoir été signalé assez de fois et les utilisateurs peuvent signaler que le danger n'existe pas ou plus).

Cependant, les informations portant sur des changements permanents (changement de tracé par exemple) vont être vérifiées directement par l'entreprise de cartographie propriétaire du GPS.

En effet, chaque entreprise possède de nombreux véhicules spéciaux conduits par des techniciens chargés d'effectuer les relevés sur place. Ces personnes vont se déplacer sur les lieux et vont ainsi récupérer plusieurs informations nécessaires à la mise à jour du GPS. Cette technique est appelée « Mobile Mapping ».

Les véhicules sont équipés de matériel innovant à la pointe de la technologie comme des caméras, lasers, des capteurs divers permettant de mesurer les latitudes, les directions... Les cartes sont ensuite mises à jour avec toutes ces informations provenant de différentes sources, en moyenne tous les mois.

### c. Utilisation

Le GPS de voiture se branche à l'allume-cigares ou une fois que sa batterie est rechargée, il peut fonctionner quelques temps en autonomie. De plus en plus de voitures en sont maintenant équipées. Ils sont donc toujours prêts à l'utilisation. On trouve aussi des systèmes GPS sur certains smartphones.

Leur utilisation est la même : il faut rentrer l'adresse de destination dans la barre dédiée à son emplacement. Ensuite il faut suivre les indications : une flèche ou un repère désigne l'emplacement actuel sur la route qui elle est d'une autre couleur que les routes non empruntées. Toutes les routes du trajet sont de cette couleur. Lors de déplacement la



repère suit les mouvements. Une voie peut indiquer les changements de direction ou les non changements de direction.

### *3. Délimitation du GPS ici*

Selon une récente étude réalisée par OpinionWay pour Mappy, plus de huit Français sur dix utilisent un écran pour se guider sur la route des vacances. Ils sont 69% à utiliser un GPS autonome et 15% une application sur un smartphone ou une tablette tactile. Mais pour des raisons de faisabilité nous resterons dans notre étude sur les applications de téléphones mobiles tel que : waze, Google maps, Mappy, ViaMichelin.

## **C. Carte**

### *1. Définition*

Une carte routière papier est une représentation schématique des axes routiers destinée principalement aux automobilistes pour trouver leur itinéraire et pour identifier et rejoindre des points remarquables. La carte routière utilise des échelles de représentation assez petites pour être adaptées à la vitesse automobile. En France, les cartes de l'Institut Géographique National couvrent l'ensemble du territoire métropolitain à des échelles allant du 1:25 000 jusqu'au 1:1 000 000.

Quand on parle de navigation via une carte on parle surtout de l'atlas routier : recueil de cartes géographiques créé pour la représentation d'une zone géographique précise.

### *2. Fonctionnement / Utilisation*

Les éléments du terrain sont généralisés et représentés sur la carte par des signes conventionnels. Cette symbolisation figure auprès de la carte sous forme de légende et varie selon l'échelle de la carte.

### *3. Quelle carte utiliser ici*

Les cartes peuvent être de plusieurs types : cartes routières (pour se diriger sur les routes), topographiques (représentation du terrain), forestières ou maritimes... Ces cartes sont toutes des cartes thématiques. Une même carte peut contenir plusieurs informations comme par exemple les cartes routières qui renseignent aussi sur la démographie et les administrations d'un lieu. On peut également ajouter les différents endroits importants



(hôtels, restaurants...). On peut également avoir des cartes avec des informations touristiques (les lieux à visiter, les particularités de la région...) Il existe également des cartes en relief pour mieux appréhender les reliefs d'un lieu, les montagnes par exemple.

Dans notre étude, nous nous focaliserons sur les cartes routières simples, les cartes utilisés pour se diriger sur la route.

## II. Impact environnemental

### A. Cycles de vie

#### 1. GPS

Clarification des choses : Quand on parle de GPS on parle d'un récepteur GPS couplé à un microprocesseur et d'un écran pour l'affichage de la carte, sans parler de l'alimentation par une batterie en lithium (pour les plus grande parties du GPS) :

- Récepteur GPS : Reçoit les signaux des satellites
- Microprocesseur : Traite les résultats du récepteur

##### a. Utilisation

Son utilisation dépend des attentes de l'utilisateur :

Utilisable aussi bien pour des courts trajets (de moins de 100 km) que pour des longs trajets (plus de 100 km). Il est utilisé par les utilisateurs pour suivre un itinéraire précis.

Il peut néanmoins être utilisé à des fréquences variables, allant d'une simple utilisation par année à une utilisation quotidienne (généralement professionnelle).

La plupart sont utilisables plus de 2 heures en autonomie, mais sinon ont la capacité de tenir une journée sans être totalement déchargé.

A noter qu'aucun problème de surchauffe n'est recensé (sans défaut technique bien évidemment), même pour une utilisation prolongée avec exposition au soleil (en même temps un récepteur GPS fonctionne à des températures allant d'environ -40 à 80°C, il en va de même pour un microprocesseur). Nous estimons qu'un même GPS est utilisé environ 3 à 4 ans avant qu'un utilisateur ne s'en débarrasse.

Le GPS s'est démocratisé en 2000 (accès grand public).

Contrairement à ce qu'on pourrait penser, le marché du GPS évolue :





- 30 Millions de GPS vendus en 2004
- 110 Millions en 2006
- 445 Millions en 2011

Aujourd'hui on compte plus de 3.6 milliards de récepteurs GPS (tout appareil compris).

### b. Recyclage

Malheureusement on ne recycle pas le GPS, mais on peut recycler les composants électroniques.

## 2. Carte

La fabrication d'un livre, d'une carte ou tout autre support papier suit les mêmes premières étapes dans le processus de fabrication : il faut produire de la pâte à papier, la blanchir, en faire une feuille de papier puis imprimer sur cette feuille. C'est à cet endroit que les processus changent puisque l'impression ne va pas être exactement la même suivant le résultat voulu, il n'y aura pas la même quantité de papier utilisée et le façonnage va différer selon si l'on souhaite avoir un livre par exemple (nécessité de plier les feuilles puis de les agraffer, coudre... ) ou une carte (impression sur un plus grand support et pliage seulement). Cependant après cette étape on retrouve une étape assez similaire concernant le transport du produit final jusqu'au distributeur.

### c. Fabrication de la pâte vierge

Il existe plusieurs matériaux de base pouvant être utilisés pour fabriquer de la pâte à papier mais le mode de fabrication restera le même.

En effet, la pâte à papier peut être produite à partir de copeaux de bois ou alors en utilisant du papier usagé et donc recyclé (journaux, anciens livres, prospectus et tout autre support papier).

Dans une première étape nous allons voir le fonctionnement et les impacts de l'utilisation de copeaux de bois (appelé pâte de fibres vierges).

#### ● Pâte à papier à partir de fibres vierges

La plus grande partie du papier utilisé est fabriqué à partir de copeaux de bois. La cellulose contenue dans ces copeaux est à la base de la pâte à papier.

Au début, la pâte à papier n'était fabriquée qu'avec du bois issu des coupes faites en forêt pour les éclaircir. En effet, il est nécessaire de couper certains arbres quand une parcelle de terrain est encombrée par un trop grand nombre d'arbres. Cette opération permet de



redistribuer l'eau et les éléments nutritifs du sol aux arbres restant et permet également à ceux-ci de recevoir plus de lumière. C'est donc une suppression de certains arbres au profit des autres, pour avoir une meilleure qualité de tiges et un meilleur développement des forêts.

Le bois ainsi coupé était donc utilisé pour fabriquer de la pâte à papier, avec en plus les copeaux issus des déchets des scieries.

Cependant aujourd'hui cette source de bois n'est plus suffisante puisqu'il y a une trop grande demande en papier avec le développement des civilisations. On remarque qu'en l'espace de quelques années, la production de papier est passée de quelques dizaines de tonnes par jour à plusieurs centaines de tonnes.

Par conséquent des forêts sont détruites dans plusieurs parties du monde (Brésil, Chine ou Indonésie notamment) pour utiliser le bois puis planter des eucalyptus qui vont pousser plus rapidement et offrir un papier de bonne qualité.

Le bois récupéré de ces diverses sources va être broyé en copeaux qui vont ensuite être utilisés pour fabriquer la pâte à papier.

Là encore, il existe deux méthodes pour extraire la cellulose des copeaux. Soit elle est obtenue mécaniquement en broyant le bois très finement dans de grandes machines qui combinent un mouvement de frottement et une forte pression. Cette méthode est appelée trituration. Soit elle est obtenue par un traitement chimique qui se fait à très haute température. Cette deuxième méthode est la plus utilisée car elle permet d'obtenir un papier de meilleure qualité.

- **Étape de blanchiment**

C'est en séparant la cellulose de la lignine que l'on forme la pâte mais elle n'est pas blanche comme les feuilles de papier, elle est de couleur écruée à cause des résidus de lignine qui ont une couleur foncée. Il faut donc maintenant ajouter une étape de blanchiment.

Cette étape de blanchiment peut se faire de plusieurs façons. Le procédé le plus classique se fait par l'utilisation de gaz chlorés mais il est de moins en moins utilisé parce qu'il a de gros impacts sur l'environnement.

Les entreprises les plus modernes utilisent de l'oxygène avant d'utiliser les produits chimiques nécessaires. De cette manière, moins de produits chimiques sont utilisés et il y a donc moins de rejets néfastes.



Les deux méthodes principales de blanchiment sont l'ECF (Elemental chlorine free) et le TCF (Totally chlorine free). L'ECF se fait donc sans chlore sous forme de gaz alors que le TCF se fait sans chlore du tout. Les deux méthodes utilisent plusieurs produits chimiques, notamment du peroxyde d'hydrogène plus connu sous le nom d'eau oxygénée. Certaines études montrent que les impacts environnementaux ne sont pas très différents selon laquelle de ces deux méthodes est utilisée.

- Pâte à papier à partir de papier recyclé

Récupération et tri des papiers => mélangés à eau et produits chimiques => pâte désencrée avec produits chimiques + on enlève les déchets (agrafes, colle, plastiques...) => blanchiment avec produits chimiques => formation feuille

Tri et collecte : collecte auprès des ménages et industries, imprimeries, grande distribution... (Pas de lingettes, mouchoirs)

Papier mélangé avec eau dans un pulpeur => isoler les fibres de cellulose qui seront ensuite épurées (on enlève les autres matériaux comme agrafes, colle...)

Ajout d'eau oxygénée dans le pulpeur pour retirer l'encre

Blanchiment : même méthode que pour pâte issue directement de bois

- Formation de la feuille

Pâte obtenue mélangée avec de l'eau dans un raffineur => ajout de minéraux et adjuvants (colle, colorants, agents pour renforcer la résistance...) => répartie sur toile de tamisage => égouttée, pressée à chaud, lissée, séchée => formation d'une grosse bobine de papier

#### d. L'impression

Etape de prépresse : utilisation d'ordinateurs pour la mise en page puis gravure au laser de plaques d'aluminium.

L'encre est une pâte contenant des colorants, des huiles, des alcools, des résines...

Pour réaliser l'impression, les plaques fabriquées en prépresse sont enduites d'encre puis elles sont plaquées contre des cylindres pour les « imprimer » puis ces cylindres vont imprimer sur les feuilles.

Utilisation de solutions de mouillage à base d'alcool pour garder un peu d'humidité sur le papier.

Après chaque tirage les machines sont nettoyées avec différents produits chimiques plus ou moins toxiques.



### e. Transport

Le bois coupé sur les sites de forêt doit être amené jusqu'aux usines de création de pâte à papier. Souvent, ces deux sites ne sont pas proches l'un de l'autre.

Ensuite, la pâte à papier fabriquée va être transportée jusqu'aux usines de papeterie qui fabriquent le papier. Il arrive souvent que ces deux types d'usines ne soient pas présents dans le même pays, Ainsi, en France par exemple, les usines de papeterie font venir de la pâte à papier depuis l'étranger. Cela demande un long transport, en bateau d'abord entre le pays étranger et un port en France puis ensuite en train ou par camion jusqu'à l'usine de papeterie.

Ensuite le papier va être transporté jusqu'au site d'impression puis vers le distributeur puis enfin dans les lieux de vente.

## B. Impacts environnementaux

### 1. *Trois recherches majeures*

Pour plusieurs des points abordés ensuite, nous avons utilisé les résultats de deux recherches menées en 2006 et 2008 sur les avantages apportés aux utilisateurs de GPS, tant sur la conduite que sur la sécurité sur les routes. Les liens seront donnés en annexe.

La première étude a été menée par un institut de recherche hollandais (TNO) pour le compte de différentes entreprises : des entreprises d'assurance et consultant en sécurité (Aon, Delta Lloyd Insurance), un des leaders dans le marché du GPS (TomTom) et une entreprise de fabrication de véhicules qui se veut à la pointe de la technologie (Athlon Car Lease).

Ces entreprises souhaitent connaître les bénéfices apportés par l'utilisation d'un GPS afin de proposer des réductions pour l'assurance d'un véhicule avec GPS (entreprises d'assurance), de savoir s'il est nécessaire d'intégrer un GPS directement lors de la construction d'un véhicule (Athlon Car Lease) et enfin, évidemment, de prouver que le produit vendu est bénéfique et nécessaire (TomTom).

La participation de TomTom peut soulever la question de l'objectivité de l'étude puisque cette entreprise avait tout intérêt à avoir un résultat positif sur les avantages d'un GPS. C'est



pour permettre d'avoir une impartialité des résultats que l'étude a été faite par un institut de recherche indépendant.

L'objectif de l'étude était donc de connaître les effets de l'utilisation d'un GPS sur la sécurité sur la route.

Pour résumer la méthodologie, des conducteurs devaient conduire une voiture équipée de matériel spécial dans des conditions de trafic réel. Les chercheurs pouvaient ainsi mesurer le kilométrage parcouru, le temps passé sur la route, le nombre de virages pris, le nombre d'arrêts... Un observateur était également présent dans la voiture afin de prendre les mesures subjectives concernant le comportement du conducteur, son niveau de stress...

Les conducteurs utilisaient soit une carte papier ou un itinéraire imprimé sur internet, soit un GPS et on demandait à certains de passer par des points précis avant la destination finale.

Évidemment, aucun des participants ne connaissait la route qu'il devait emprunter.

La deuxième recherche menée en 2008 était également menée par l'institut de recherche NTO et pour les mêmes entreprises mais cette fois, les conducteurs venaient de plusieurs pays différents : Allemagne, France, Angleterre, Italie, Espagne et États-Unis. Cette étude a été demandée afin de vérifier les résultats précédents et de les généraliser à la conduite et non seulement à un pays.

Différents résultats ont été tirés de ces deux études, la deuxième confirmant la première, mais nous n'allons pas les lister directement. En effet, nous avons pu en tirer plusieurs avantages sur le plan environnemental et il semble plus judicieux d'exposer ceux-ci directement puisque c'est le sujet qui nous intéresse.

Une troisième étude a été effectuée en 2008 par NuStats (société spécialisée dans la recherche dans les sciences sociales) pour le compte de Navteq, une société produisant des cartes numériques et GPS. Cette étude porte sur les effets de l'utilisations d'un GPS et les effets économiques et sociaux qui en découlent. Les résultats viennent soutenir les résultats trouvés dans les deux études précédentes. Comme pour les deux autres études, nous ne rentrerons pas dans les détails des résultats mais ceux-ci nous servent à alimenter certains points vus plus bas. Les conditions d'étude sont à peu près les mêmes que pour les études précédentes.



## 2. Moins de carburant avec un GPS

Les conducteurs utilisant un GPS conduisent sur une plus courte distance et pendant un temps plus court. En effet, le kilométrage du parcours est réduit de 16% par rapport à un conducteur utilisant une carte papier et le temps de trajet est réduit de 18% en moyenne. Ces résultats sont dus au fait que le GPS est capable d'indiquer la route la plus courte et donc l'itinéraire le plus rapide pour arriver à destination alors qu'une carte papier ne permet pas cette mesure. Il faudrait beaucoup plus de temps au conducteur pour pouvoir calculer lui-même quel est le trajet le plus court.

De même, un conducteur avec GPS va moins se tromper et donc les kilomètres parcourus seront encore moins nombreux.

De l'étude Navteq on peut voir que les conducteurs avec GPS réduisent leur consommation de carburant jusqu'à 12%.

Ces résultats montrent qu'un conducteur se servant d'un GPS va parcourir moins de kilomètres et donc va consommer moins de carburant.

Certains systèmes permettent même d'étudier le comportement du conducteur et peuvent ainsi lui signaler sa consommation de carburant et d'autres éléments lui permettant d'adopter une conduite plus souple.

## 3. Émissions de CO2

### a. Moins d'émission de CO2 avec un GPS

Des résultats précédents on peut tirer une conclusion importante qui est qu'un véhicule conduit avec GPS va être responsable de moins d'émissions de CO2 puisque le trajet sera plus court et moins de carburant va être consommé. Ces émissions sont responsables de l'effet de serre dont se préoccupent beaucoup de personnes aujourd'hui.

L'étude menée par Navteq a permis de calculer que la réduction des émissions de CO2 correspondrait à 0,91 tonne par conducteur et par an soit une réduction de 24% par an pour les conducteurs utilisant un GPS.

Un autre fait non pris en compte dans ces études se porte sur la possibilité d'éviter les embouteillages avec le GPS. En effet, le GPS indique souvent la qualité du trafic sur une route et donc il peut proposer de passer par une autre route. Le conducteur va ainsi minimiser la consommation de carburant et la production de CO2.

Ceci est d'autant plus vrai pour les trajets de tous les jours : le conducteur va pouvoir éviter au maximum les embouteillages au quotidien et donc il y aura moins d'émissions de CO2



chaque jour.

Les GPS d'aujourd'hui vont prendre en compte les grands trajets mais également les petits axes et ainsi permettre aux conducteurs d'avoir accès à d'autres chemins pour éviter les embouteillages. Certains GPS permettent même d'aller plus loin et vont répartir les trajets sur plusieurs voies : au lieu de faire passer tous les utilisateurs par le même trajet pour éviter les embouteillages d'un grand axe (ce qui serait la cause d'un nouvel embouteillage), il va répartir au mieux le trafic en envoyant certains utilisateurs sur une voie et d'autres sur d'autres voies.

Le trafic est donc amélioré en temps réel et il y a beaucoup moins d'émissions de CO2 puisque les embouteillages sont réduits.

#### b. Les émissions de CO2 par la fabrication de papier

- Emission de gaz à effet de serre (machines utilisés, transports) => changement climatique
  - Industrie papetière et l'imprimerie sont à l'origine de 1,05% des émissions globales de gaz à effet de serre
- Incinération des déchets émis (lignine, ce qui ressort des étapes de lessiveur...) => encore gaz à effets de serre + pollution air
- Les différents transports dans le cadre de la fabrication de papier sont une grosse source d'émission de gaz à effet de serre et donc il s'agit d'étapes ayant un impact environnemental important.
  - transports des matériaux entre site forêt et usine puis papetier, transports nécessaires pour avoir du papier recyclé
- Méthode méca pour extraire cellulose des copeaux (trituration) :
  - Pour la méthode mécanique, l'impact sera important également avec l'utilisation de beaucoup d'énergie et l'émission de gaz à effet de serre.

#### ● Ouverture de solutions

Il faudrait privilégier les endroits où la fabrication de pâte à papier et de papier se font sur le même site => pas de transport = moins d'émission de gaz à effet de serre



#### *4. Moins d'usure de pneu*

Les observations des conducteurs ont permis de mettre en avant que les conducteurs avec GPS adoptaient un meilleur comportement sur la route que ceux sans GPS. Le GPS a tendance à faire adopter une conduite plus souple, plus respectueuse de l'environnement, une éco-conduite permettant ainsi de réduire aussi les accidents mais surtout de moins dépenser de carburant, d'émettre moins de CO<sub>2</sub> et de moins user les pneus du véhicule.

En effet, une conduite plus souple, des freinages moins soudains, moins de kilomètres parcourus, moins de temps passé à « tourner en rond » sont autant de caractéristiques permettant de moins user les pneus du véhicule.

D'après l'étude pour Navteq, cette économie sur les pneus serait vraiment importante puisqu'ils estiment à 1,19 millions de pneus préservés de l'usure pour des parcours réduits jusqu'à 2500km en moins par an par conducteur. Ces pneus moins vite usés permettraient d'avoir moins de pneus usés à détruire et moins de fabrication de nouveaux pneus.

Or l'essentiel de l'impact environnemental d'un pneu se passe pendant l'usure de celui-ci : le phénomène de résistance au roulement est responsable de la consommation d'environ 20% d'un plein de carburant. Ce carburant consommé en plus va être responsable d'émissions de CO<sub>2</sub>.

Il est donc à noter que moins les pneus sont usés, moins le véhicule consomme de carburant, plus le moment de les changer est repoussé et moins de pneus seront utilisés à long terme

#### *5. Eviter les travaux sur l'urbanisme*

Nous avons également trouvé une autre partie dont l'impact environnemental est allégé grâce aux GPS : l'urbanisme. Ainsi, les villes ont besoin de données sur le trafic afin d'améliorer leurs routes entre autres. Elles vont donc avoir besoin d'installer des caméras et des détecteurs sous le bitume pour connaître l'état du trafic, les voies les plus empruntées et encombrées et les heures les plus représentatives de cet encombrement.

Or, avec les GPS il est possible d'avoir ces informations puisqu'elles vont être relevées automatiquement pour et par l'utilisation des conducteurs.

On peut donc dire que l'utilisation des données issues d'un GPS permettent d'éviter les travaux nécessaires pour ce genre d'aménagement et on évite ainsi un impact





environnemental important (déplacement de véhicules, utilisation de carburant, utilisation de produits toxiques...).

## 6. Mobile mapping

Un des inconvénients majeurs de l'utilisation d'un GPS provient du mobile mapping, technique utilisée pour garder les données GPS à jour (vue plus haut dans l'explication du fonctionnement des mises à jour).

Pour faire un bref rappel de ce qu'est le mobile mapping, il s'agit de la technique consistant à avoir de nombreux véhicules avec des systèmes électroniques perfectionnés qui effectuent des relevés divers sur la route afin de garder les informations du GPS à jour.

Par exemple chez Here (entreprise développant des logiciels cartographiques) il y a près de 400 véhicules sillonnant le monde. Chez TomTom on ne connaît pas le chiffre exact mais ils reconnaissent être capables de couvrir 3,5 millions de kilomètres par an.

Les données GPS sont mises à jour environ tous les mois.

C'est donc beaucoup de véhicules par entreprise fabricant des GPS qui vont être actifs sur les routes tous les jours. Il y a donc probablement une importante émission de CO2 liée à cette activité et une grosse consommation de carburant.

Il faut également maintenir tous ces véhicules en bon état pour rouler aussi souvent. On peut raisonnablement penser que l'usure des pneus est importante et donc il faut beaucoup de pneus pour tous ces véhicules.

Concernant le matériel très spécifique des voitures, nous ne savons pas très bien comment sont fait tous les capteurs et autres systèmes électroniques mais la fabrication de ceux-ci engendre probablement des impacts environnementaux aussi.

## 7. Déforestation

Liée à production de papier

- Déforestation (remplacement des forêts par eucalyptus) => destruction habitats d'animaux ; disparition de plusieurs espèces animales et végétales
  - 2 à 3 tonnes de bois nécessaires pour fabriquer une tonne de papier
  - 250000 hectares de forêt tropicale disparaissent chaque semaine dans le monde (= 25 fois Paris)
  - 42% du bois exploité commercialement l'est pour fabriquer du papier



- 17% du bois utilisé provient de forêts vierges

Cette destruction a bien évidemment un impact très important sur l'écologie puisque plusieurs espèces végétales mais également animales sont mises en danger. Certains animaux sont privés de leur habitat naturel et sont donc en voie de disparition. C'est le cas par exemple du tigre, du panda, de l'orang-outan ou du Calao bicolore (oiseau) en Asie, du ara (perroquet) en Amérique, du lynx et du phoque en Europe ou encore plusieurs races de singes en Afrique.

- **Ouverture de solutions**

Il faudrait également privilégier la pâte à papier fabriquée à base de papiers recyclés => moins de déforestation => espèces animales et végétales préservées

Utilisation du papier recyclé pour faire de la pâte vierge : une feuille de papier peut être recyclée 5 fois donc économie d'arbres.

## **8. Émissions polluantes**

Méthodes pour obtenir cellulose des copeaux : broyant finement (trituration) et traitement chimique

Les deux méthodes ont un impact écologique important. En effet la méthode chimique va impacter de par la nature même de ses éléments qui vont être responsables d'émissions polluantes dans l'air et dans l'eau.

- Beaucoup de produits chimiques utilisés => émissions polluantes dans air et eau (toxique)
- Déchets polluants => boues de désencrage entre autres ; déchets toxiques avec les produits chimiques utilisés
  - Recyclage, boues de désencrage, boues d'épuration et résidus de pulpeurs : contiennent des métaux lourds, biocides (anti bactéries pour que pâte ne fermente pas) et résidus d'additifs. Les biocides peuvent se retrouver dans l'eau et la vapeur.

Étape d'impression :

- Cette étape demande l'utilisation de plusieurs produits chimiques, notamment de l'isopropanol qui dégage des composés volatils toxiques et une substance dérivée du benzène qui est très toxique.



- Cette étape demande moins d'énergie et d'eau mais il faut utiliser beaucoup de produits chimiques potentiellement polluants dans l'air et l'eau.

- Ouverture de solutions

En France : depuis 1980 limites des rejets polluants et obligation pour papetiers de créer des stations de traitement des effluents.

Boues des stations d'épuration => utilisation dans agriculture

Accepter d'utiliser du papier moins blanc => pas besoin de l'étape blanchiment qui entraîne de la pollution de l'air et eau avec utilisation de différents produits chimiques

## 9. Consommation d'énergie et d'eau

- Fabrication de papier => énergivore et empreinte écologique élevée
- Grosse consommation d'énergie (usines fabrication papier)
  - Production d'une feuille de papier = 17 Watts heure (Wh)
- Grosse consommation d'eau
  - L'industrie papetière est à la deuxième place en consommation d'eau douce en Europe.
- Impression : Il faut également utiliser de l'électricité pour les ordinateurs, de l'énergie pour l'impression (pas beaucoup) et de l'aluminium qu'il faudra recycler.
  - Cette phase n'a pas un impact très important sur l'environnement en comparaison avec l'étape de fabrication de pâte à papier. L'énergie demandée est minime.

- Ouverture de solutions

Utilisation papier recyclé :

- une feuille de papier recyclé nécessite moins d'énergie = 12 Wh
- Moindre consommation en eau et énergie car plus facile de faire de la pâte à papier à partir de papier recyclé et pas de phase d'élimination de lignine.
- D'après Ecofolio (éco-organisme chargé du traitement du papier) : la production de



pâte à partir de papier recyclé consomme jusqu'à 3 fois moins d'énergie et d'eau.

Plusieurs papetiers recyclent l'eau utilisée en circuit fermée pour la réutiliser.

Etape d'impression :

Pour réduire encore les impacts environnementaux lors de cette étape il faudrait utiliser des énergies renouvelables pour optimiser la consommation d'énergie et utiliser de l'encre à base d'huile végétale qui rejette moins de composés polluants. (Cependant il faut faire attention à ne pas utiliser de l'huile de palme pour les encres puisque la fabrication de cette huile est responsable d'une grosse déforestation dans le monde)

### III. Impact social

#### A. Sécurité

##### 1. Définition

La sécurité est un état où les dangers et les conditions pouvant provoquer des dommages d'ordre physique, psychologique ou matériel sont contrôlés de manière à préserver la santé et le bien-être des individus et de la communauté.

##### 2. Chaîne

Comme il a été dit l'utilisation de GPS modifie la conduite de l'utilisateur : sa conduite est plus souple et plus sûre. Ainsi donc la sécurité du conducteur, des passagers et des autres utilisateurs des routes est augmentée.

#### B. Navigation

##### 1. Définition

La navigation dans les grands espaces fait référence à l'apprentissage et à la grande échelle de l'orientation spatiale . Elle fait appel à la mémoire à long terme, à l'intégration d'informations relatives aux mouvements du corps, à l'utilisation des stratégies de navigation. Toutes ces composantes servent à la planification des trajets dans un espace



donné et au développement des différents niveaux de représentation spatiale aboutissant à une construction spatiale.

## 2. Chaîne

D'après Robert Dahn, le GPS qu'on a sur notre portable par exemple, résout un problème à la fois mais nous trompe sur nos capacités de vraiment nous orienter.

Alors qu'avec une carte, on développe un véritable sens de l'orientation. Non seulement, toute la région dans laquelle on voyage apparaît devant nous mais il faut également préparer tout son trajet à travers cette carte.

Ce processus de planification permet de se souvenir mieux de la géographie générale d'un endroit.

De plus, choisir une route qui n'est pas forcément la meilleure route pour se rendre quelque part, peut mener quelqu'un à des destinations qu'il n'avait pas considéré.

Les cartes, notamment en format papier, possèdent toujours l'avantage complémentaire par rapport à un petit écran GPS, de pouvoir visualiser facilement sa situation géographique, ainsi que repérer sa direction par rapport à des grandes villes, une région ou un pays, tandis que le GPS invite à suivre un trajet "machinalement" en suivant les routes et le parcours qu'il indique, bien qu'il soit possible de visualiser aussi le chemin global, mais sur le format très réduit du petit écran.

Les cartes papiers indiquent souvent bien davantage de détails "touristiques" que le "fonctionnel" GPS, comme les parcours pittoresques.

## C. Efficience

### 1. Définition

Elle désigne le rapport entre les résultats obtenus et les ressources mises en oeuvre pour atteindre ces résultats. Elle reflète la facilité et la rapide compréhension du produit.

### 2. Chaîne

L'utilisation de cartes nécessite une étude préalable qui prend du temps : il faut sélectionner les cartes à utiliser, prendre le temps de les étudier... Puis si le conducteur est seul dans sa voiture, il faut qu'il s'arrête pour les consulter.

Alors qu'il suffit de rentrer l'adresse avant de prendre la route si on est équipé d'un GPS.



Cependant, programmer un GPS peut parfois être long et compliqué : par exemple, certains GPS demandent l'adresse exacte sans la moindre faute d'orthographe.

De plus, les cartes peuvent être préférables aux GPS pour la planification de tout un voyage : on peut alors visualiser les trajets qu'on empruntera.

## **D. Efficacité**

### *1. Définition*

Elle est le rapport entre les résultats obtenus et les objectifs fixés. C'est la capacité d'atteindre son objectif.

### *2. Chaîne*

En effet, le GPS est capable de sélectionner la route la plus courte en prenant en compte les informations sur le trafic, l'état de la route, les accidents, les déviations...

## **E. Fiabilité**

### *1. Définition*

Probabilité pour qu'un dispositif ou un équipement complet soit utilisé sans défaillance pendant une période de temps déterminée, dans des conditions opérationnelles spécifiées.

### *2. Chaîne*

La précision du GPS peut être mise en défaut, le calcul de positions peut être perturbé ou interrompu par :

- une cause extérieure de mauvaise réception : parasites, orage, orage magnétique...
- un brouillage radioélectrique volontaire ou non
- incertitude géométrique temporaire (alignement momentané de quelques satellites qui empêche le calcul précis)
- un incident dans un satellite

Ainsi, l'environnement peut avoir un impact sur la réception du GPS comme le montre l'étude réalisée par Brian R. Milner

Comme tout appareil technologique, il peut se mettre à ne plus fonctionner normalement. Et c'est souvent qu'en on en a le plus besoin qu'un appareil ne fonctionne plus.

La carte papier est alors plus fiable.



## IV. Impact économique

### A. Prix

Un GPS coûte entre une cinquantaine d'euros (pour les modèles autonomes les plus basiques) et quelques milliers d'euros (pour l'option haut de gamme intégrée sur un véhicule neuf).

A ce prix, il faut ajouter celui des mises à jour indispensables à effectuer.

Certains modèles comprennent des mises à jour gratuites, d'autres nécessitent de déboursier un certain montant pour les obtenir.

Par exemple, chez BMW, la mise à jour du GPS coûte au minimum 139€.

Les Atlas routiers coûtent dans les 25€ et les plus petites cartes qui ne concernent qu'une région coûtent plus dans les moins de 10€. Il faut les changer pour avoir les versions à jour mais si on change de carte 1 fois par an, c'est toujours moins cher que d'acheter un GPS.

## V. Conclusion

Nous avons étudié les chaînes de fonctions correspondant à l'utilisation d'une carte routière papier simple et l'utilisation d'un GPS sur téléphone ou un GPS de voiture pour se diriger sur les routes.

Nous avons pu retirer plusieurs impacts sur trois points importants qui sont l'environnement, le social et l'économie.

Les impacts environnementaux sont nombreux, même si nous n'avons pas de chiffres précis liés seulement à la carte papier mais des chiffres liés au papier en général.

Nous pouvons voir que la fabrication d'un GPS et les mises à jour sont responsables d'émissions de CO2 mais c'est également le cas de la fabrication de papier.

L'utilisation du GPS permet de consommer moins de carburant et d'user moins les pneus et donc d'émettre moins de CO2 qu'en utilisant une carte papier. Le GPS permet également d'éviter certains travaux d'urbanisme et donc de la pollution de l'air.



L'industrie du papier est responsable d'une grande partie de la déforestation et elle entraîne des émissions polluantes et potentiellement dangereuses. C'est également une des industries les plus consommatrices d'eau douce et elle demande beaucoup d'énergie.

Tous ces points laissent à penser que la fabrication et l'utilisation d'un GPS laisse une moins grosse empreinte environnementale que la fabrication et l'utilisation d'une carte papier.

Au niveau de l'impact social, nous avons abordé les différents points de contraste dans l'utilisation des deux objets. Il en ressort que globalement, il vaut mieux utiliser le GPS.

En effet, l'utilisation du GPS accroît la sécurité au volant, elle présente une meilleure efficacité et efficacité. Il faut cependant noter que même si la navigation paraît plus facile avec le GPS, il sera plus compliqué de retrouver la route empruntée avec le GPS s'il ne fonctionne plus. On retient mieux le trajet avec une carte. Le GPS peut également présenter des problèmes de fiabilité mais la carte aussi si elle n'est pas assez récente.

Sur le point économique, le GPS est bien moins avantageux puisqu'il est plus cher de base et les mises à jour sont également payantes.

Pour résumer ces points, on peut dire que la carte papier comme le GPS présentent leurs avantages mais il apparaît plus avantageux d'utiliser un GPS, au moins pour les impacts environnementaux et sociaux.