



Our onboard technologies bring easier mobility and better safety to everyone

L'APP SMARTPHONE *SafetyNex* POURRAIT REDUIRE DE 20% LE NOMBRE D'ACCIDENTS DE LA ROUTE

Par NEXYAD

I – TELEMATIQUE EMBARQUEE ET ASSURANCE AUTOMOBILE : RAPPELS

La télématique embarquée permet de mesurer en situation le comportement d'un conducteur, et de ce fait, les assureurs auto se sont assez tôt lancés dans l'aventure, avec, il faut le dire, plus ou moins de succès.

Les applications les plus simples qui ont été déployées sont :

- . localiser les véhicules volés
- . mesurer les usages du conducteur, et en particulier le nombre de km parcourus pour proposer des tarifs au km (un véhicule qui ne roule jamais n'aura jamais d'accident !)

Mais le métier principal de l'assureur tourne autour de la notion de risque, et assez vite, on a vu des tentatives de détection automatique des comportements à risque. Le plus répandu est la détection des « freinages sévères », qui s'appuie sur l'hypothèse selon laquelle un freinage sévère révèle un manque d'anticipation, et par là-même une conduite dangereuse. Nous savons maintenant que cette hypothèse est totalement fautive [1], mais elle est encore présente à l'esprit de pas mal d'assureurs.

Le manque de résultats de ces déploiements a d'ailleurs conduit des assureurs allemands et américains à abandonner la télématique [2].

La société NEXYAD a démontré qu'il est possible de mesurer en temps réel le risque de conduite, et cela relance actuellement un vif intérêt pour la télématique chez les assureurs du monde entier.

SafetyNex fonctionne là où tous les autres systèmes échouent, simplement parce que le problème a été traité de manière totalement nouvelle, et à contre-courant des « modes » du moment, en particulier la mode du *deep learning* (ou *machine learning*).

Les difficultés à contourner pour développer une application de télématique efficace d'estimation du risque de conduite sont de deux ordres :

. scientifique : un accident est un événement rare et par nature inexplicable (« *qui arrive fortuitement* », un conducteur a en moyenne un accident tous les 70 000 km dont la plupart sont sans gravité). Observer un conducteur pendant 5 ans pour qu'il ait un accident est long et inefficace (à la fin on n'a en moyenne qu'un seul accident, ce qui fait peu pour faire des statistiques individuelles), et les facteurs de variabilité des « situations de vie routière » sont extrêmement nombreux, si bien qu'il faudrait des millions de conducteurs pendant des dizaines d'années pour commencer à disposer de statistiques.

. déontologique : le comportement de conduite en soi n'a absolument aucun lien direct avec le risque [1] (on conçoit assez facilement que faire des dérapages sur un aéroport désaffecté ou devant une école à midi, correspond à des risques très différents pour un même comportement de conduite : il faut évidemment « contextualiser »). La contextualisation (absente des App qui se basent sur la détection des « freinages sévères » dont on parle plus haut) demande donc de connaître, entre autre, la vitesse du véhicule, et le lieu où est pratiquée cette vitesse. Mais comme les cartes numériques disposent des vitesses maximales autorisées, si l'on enregistre la vitesse et la géolocalisation dans un cloud... on enregistre potentiellement des infractions au code de la route (excès de vitesse), ce qui est interdit par le code pénal français. Cela disqualifie totalement les boîtiers de remontées de données brutes (dont vitesse et géolocalisation) pour les applications de l'assurance. Cela n'empêche pas certains assureurs européens de continuer à tester ce genre de solution, dans l'espoir (vain) que le « *deep learning* » et les « *data scientists* » leur donnent des scores de risque, mais en tout cas en France, le non-respect du code pénal est sanctionné et généralement poursuivi par la CNIL [3], à juste titre, d'autant plus qu'il existe une solution (française qui plus est) qui permet de ne pas espionner le conducteur et détenir ses infractions, tout en fournissant à l'assureur la totalité des données dont il a besoin.

On voit bien avec ces deux contraintes que la solution « statistiques façon *big data* dans le *cloud* » ne peut pas être appliquée :

- . statistiques (ou *deep learning*, etc) : la rareté des accidents ne s'y prêt pas
- . dans le *cloud* : c'est contraire au code pénal.

II – COMMENT **SafetyNex** CONTOURNE LE PROBLEME DE L'IMPOSSIBILITE D'APPLIQUER DES METHODES DE **DEEP LEARNING** POUR ESTIMER UN RISQUE INDIVIDUEL EN CONDUITE AUTOMOBILE

L'accident est un événement rare (1 accident tous les 70 000 km en moyenne, et en majorité de petits accrochage sans gravité).

Cela signifie que l'on doit observer des dizaines de milliers de km pour observer UN accident ... donc pour observer des millions d'accidents (pour faire des statistiques, il faut des millions de données), on doit observer un nombre gigantesque de km parcourus ... Et ce, à chaque endroit (car des zones sont dangereuses à cause de la présence de ravins, d'autres parce que beaucoup de routes se croisent, etc...).

Et comme l'observation d'un accident ne suffit pas, il faut enregistrer les « variables » mesurables (vitesse, accélérations, etc...) qui décrivent le comportement du véhicule au moment de l'accident (pour pouvoir « expliquer » l'accident comme disent les statisticiens).

Bien sûr, personne ne dispose de millions d'observations d'accidents à chaque endroit de l'infrastructure, ce qui en statistiques s'exprime sous le terme « effectif insuffisant ».

Quel est l'impact de l'effectif insuffisant sur le *deep learning* [4] ? Eh bien il suffit de prendre un exemple :

Enregistrez pour une personne pendant 5 ans (le temps qu'il fasse 100 000 km par exemple), le jour de la semaine, la tranche horaire, et les signaux de conduite (vitesse, accélérations, freinages, ...). Le résultat de cette observation de 5 années (c'est long) conduira en moyenne à 99 999 km sans accident et 1 km où s'est produit un accident. C'était par exemple un jeudi, à 15h00, le véhicule roulait à 100 km/h, etc...

Comme le véhicule a roulé assez fréquemment moins vite et plus vite que 100 km/h, l'influence de la vitesse dans le *deep learning* va être voisine de zéro. En revanche, le conducteur n'a jamais eu d'accident le lundi, le mardi, le mercredi, le vendredi, le samedi, le dimanche.

Certes, il a conduit beaucoup de jeudi sans accident, mais le seul jour où il a eu un accident était un jeudi : la probabilité d'avoir un accident le jeudi est donc supérieure à celle d'avoir un accident les autres jours. Voilà ce qu'un système d'analyse de données, de statistiques, ou de *deep learning* donnera comme conclusion.

Tout le monde comprend bien que cela est faux, et qu'il suffirait d'observer ce même conducteur pendant une trentaine d'années (le temps qu'il ait plusieurs accidents) pour voir que le jour de la semaine n'a pas cette influence (elle peut en avoir si le trafic varie en fonction de la journée, mais évidemment, il est possible d'avoir un accident n'importe quel jour de la semaine !).

Il est facile de faire des statistiques globales d'accidentologie, sur une grande population (la France, l'Europe, les USA, ... donc des dizaines ou des centaines de millions de personnes). Mais au niveau individuel, on voit que ce n'est pas si facile.

Or, la télématique embarquée pour estimer un risque, c'est précisément une mesure locale et individuelle !

On enfonce une porte ouverte en disant qu'il n'est pas possible d'étudier les événements rares sans connaissances préalables en utilisant des méthodes mathématiques « automatiques » soumises à la loi des grands nombres. Mais ça va mieux en le disant, car ce n'est apparemment pas évident pour tout le monde.

SafetyNex a contourné ce problème en travaillant de façon beaucoup plus rationnelle et finalement « classique » : utiliser des connaissances et des méthodes déjà validées par les experts de l'accidentologie.

Remarque : pour développer la théorie de la relativité, Albert Einstein n'a pas enregistré des centaines de milliards de données pour qu'un système de *deep learning* en tire automatiquement la loi $E = mc^2$. Il a utilisé des connaissances et des méthodes de déduction qui ont abouti à cette formule. Et pour valider cette formule, des physiciens expérimentaux ont réalisé quelques centaines d'expériences.

C'est exactement cette démarche (simple, finalement) qui a été appliquée pour développer **SafetyNex** : il existe des dizaines d'experts chargés de réaliser sur l'infrastructure routière des « diagnostics de risque ». NEXYAD a travaillé au contact de ces experts pendant 15 ans (au travers de programmes de recherche collaborative de type PREDIT [5]) et a développé **SafetyNex** qui est un système dit « à base de connaissances » [6], validé a posteriori sur 50 millions de km.

Ces experts font le même métier sur les routes que les experts du risque industriel dans les usines avec les méthodes de type AMDEC [7].

La difficulté de développer un outil comme **SafetyNex** ne réside pas dans la « technologie » utilisée (système à base de connaissances graduelles et théorie des possibilités) car des centaines de *startups* de la *Silicon Valley* (par exemple) maîtrisent parfaitement ces techniques, mais elle réside dans l'extraction des connaissances profondes de dizaines d'experts (pas toujours d'accord entre eux, etc...). Cette extraction a été rendue possible grâce à la participation de NEXYAD pendant ces quinze dernières années à des programmes nationaux de recherche collaborative, et en particulier les programmes PREDIT Arcos et Sari en sécurité routière.

Ces travaux de recherche mettent en évidence une notion clé en accidentologie : le « presque accident » ou « quasi accident » [8], notion plus régulière (et donc qui peut être étudiée mathématiquement) que l'accident.

Pour faire simple, si vous mettez vos pieds dans l'eau et dénudez les fils de l'ampoule, vous êtes à 100% en situation de quasi-accident. Notez bien que vous pouvez le faire sans être électrocuté. C'est la répétition de cet acte qui finira, aléatoirement, par provoquer une électrocution.

Cette notion est particulièrement intéressante pour l'assureur car elle mesure LE RISQUE QUE PREND L'INDIVIDU, hors chance ou malchance. C'est bien cela qui intéresse l'assureur. Et l'énoncé précédent (les pieds dans l'eau, etc...) est une connaissance exprimée avec une phrase logique (si/alors).

On ne fait pas appel à du *deep learning*, on « sait » : **SafetyNex** fonctionne exactement comme cela. L'avance de NEXYAD sur ce sujet est donc gigantesque, car extraire la connaissance de dizaines d'experts de la sécurité routière en Europe, les réunir, les mettre d'accord quand ils ne le sont pas, etc... représente une durée incompressible, quelle que soit la puissance financière de l'entreprise qui souhaite le faire. **SafetyNex** applique 5 000 règles, et est utilisable SANS DELAI : pas de période d'observation ou d'apprentissage, dès que le conducteur conduit avec **SafetyNex**, on mesure le risque qu'il prend à chaque instant.

Parmi les connaissances de haut niveau de ces experts, citons le fait que 75% des accidents sont dus à une vitesse inadaptée à la dangerosité de l'infrastructure.

Tout le reste (mauvaise visibilité, non-respect des interdistances, pluie, etc...) est important bien sûr, mais ne représente QUE 25% de la variance du phénomène.

Quand on compare **SafetyNex** aux travaux de l'ensemble de l'industrie automobile (systèmes d'aide à la conduite avec détection d'obstacles, etc...) on voit que NEXYAD est le seul interlocuteur qui propose un outil qui traite autant de pourcentage de l'accidentologie. Tous les autres sont à l'intérieur des 25% qui restent.

III – COMMENT **SafetyNex** CONTOURNE LE PROBLEME DU RESPECT DE LA CONFIDENTIALITE DES DONNEES

L'estimation du risque de conduite nécessite de disposer de données contextualisées synchronisées : comment le conducteur conduit, et où il se trouve.

Or, nous l'avons expliqué plus haut, l'enregistrement de ces données est en contravention avec le code pénal français car à partir du moment où l'on sait à quelle vitesse un véhicule est passé sur un tronçon d'infrastructure, puisque l'on connaît la vitesse maximale autorisée sur ce tronçon (donnée renseignée dans les cartes électroniques), on peut connaître tous les éventuels excès de vitesse.

Notons que, d'une part c'est interdit, mais que d'autre part, c'est totalement inutile à l'assureur [9].

SafetyNex contourne cette difficulté en réalisant tous ses calculs en local sur le microprocesseur du smartphone, si bien qu'aucune donnée indiscreète n'est remontée dans le *cloud*.

Cette différenciation technologique permet à **SafetyNex** d'être le SEUL système existant qui respecte d'une part la loi française, et d'autre part les règles élémentaires de la déontologie et du respect normal de la vie privée des conducteur (même en absence de loi, l'espionnage des conducteurs ne correspond pas aux valeurs de NEXYAD).

IV – FONCTIONNALITE TEMPS REEL POUR LE CONDUCTEUR : **SafetyNex** LE COPILOTE DIGITAL

NB : le temps réel ne peut être garanti que parce que les calculs sont effectués en local. En effet, une App qui enverrait et lirait des données sur le *cloud* ne pourrait pas garantir de temps de latence (il dépend de la connexion au réseau, et il est très variable).

Dès que le conducteur s'approche d'une infrastructure avec une vitesse montrant qu'il n'a pas bien compris ou bien lu la difficulté de la route, **SafetyNex** l'alerte suffisamment tôt pour qu'il ait le temps de ralentir.

SafetyNex n'est pas seulement un outil de collecte de données pour l'assureur, il est aussi un outil utile au conducteur, susceptible de lui sauver la vie et au moins de lui éviter des accidents.

V – EFFET ATTENDU DE **SafetyNex** SUR LA REDUCTION DU NOMBRE D'ACCIDENTS

Le conducteur qui utilise **SafetyNex** comme « copilote » est prévenu en amont d'une zone dangereuse, et il a le temps de ralentir. Cela signifie que certains accidents peuvent être évités grâce à cette alerte.

Afin de quantifier l'effet attendu de **SafetyNex** nous nous référons aux études de sécurité routière menées aux USA et en Grande Bretagne, et qui ont estimé que 1 mph (mile per hour) de réduction de vitesse, correspond à 5% d'accidents évités, et ce de manière assez linéaire sur une grande plage de vitesses [10].

SafetyNex prévient le conducteur au moins 2 secondes avant la difficulté. Cette durée est celle qui correspond aux interdistances légales et cette durée a été choisie car elle laisse le temps à un conducteur de détecter une alerte, planifier, et exécuter une action.

Nous faisons des hypothèses moyennes :

- . le conducteur met 1 s pour réagir, et peut freiner pendant une seconde
- . le conducteur freine à 0,3 g de décélération : c'est peu. Un véhicule neuf peut freiner à 1 voire 1,2 g sur le sec et 0,7 g sur sol mouillé. La norme ADAS (*Advanced Driver Assistance Systems*) pour un arrêt en sécurité et en confort d'un véhicule autonome est 0,5 g. Mais des véhicules défectueux et certains conducteurs freinent à 0,3 g car la sensation de décélération leur fait peur et ils relèvent le pied quand c'est trop fort. Nous prenons cette valeur pessimiste comme hypothèse. (g est l'accélération de l'attraction terrestre, 10 m/s²)

Avec ces hypothèses, on obtient une baisse de vitesse de 6,7 mph (ou 10,8 kmh), et en intégrant le fait que **SafetyNex** n'adresse que 75% des accidents, on obtient une baisse du nombre d'accidents de 20%. C'est énorme, et seul l'outil **SafetyNex** permet cela à ce jour.

En plus de la baisse du nombre d'accident, pour les cas d'accidents qui ne peuvent pas être évités, la vitesse au moment de l'impact est réduite ce qui statistiquement réduit la sinistralité : coûts des réparations, gravité des blessures, mortalité. Ces éléments sont en cours de chiffrage par NEXYAD, toujours en s'appuyant sur l'état de l'art, et sur les données que les compagnies d'assurance pourraient nous fournir.

VI – UTILISATIONS de **SafetyNex** PAR LES COMPAGNIES D'ASSURANCE

Les données remontées dans le *cloud* sont des histogrammes (profils) et tous les croisements des variables :

- . usages : km parcourus, ville/route/autoroute, tranches horaires, zone géographique (département)
- . risque, classe de risque
- . note Eco (en option)

Et tous les croisements entre ces données.

Les utilisations de **SafetyNex** par les compagnies d'assurance sont [11] :

- **Augmentation de la marge opérationnelle de l'assureur** : **SafetyNex** peut permettre d'éviter **20% des accidents** de la route d'après les études publiées en Grande Bretagne et aux USA. Si la compagnie d'assurance déploie **SafetyNex** à primes constantes : elle offre à ses assurés, un outil perçu comme utile, et elle baisse l'accidentologie de 20%. Par ailleurs, les accidents non évités arrivant statistiquement moins vite (puisque le conducteur est prévenu en amont, il a le temps de ralentir), la sinistralité est plus faible. Cela s'applique à l'ensemble des conducteurs, y compris les jeunes conducteurs qui coûtent cher aux assureurs. Cet effet sur la marge ne demande aucun travail particulier à l'assureur.
- **Pay as you drive** : les usages sont tracés (km parcourus, tranches horaires, type d'infrastructure Ville/Route/Autoroute, etc...) ce qui permet de proposer des tarifs à l'utilisation.
- **Pay how you drive** : le risque pris par le conducteur est mesuré, et permet à l'assureur d'ajuster ses segmentations de clientèles et ses tarifs s'il veut proposer des tarifs modulés par le risque.
- **Prime écologique** : **SafetyNex** intègre en option un système de calcul de l'éco-conduite qui est inversement proportionnel à la brutalité de la conduite.
- **Prévention** : les profils de risque peuvent être croisés avec des causes de risque (vitesse inadaptée en virage, sur croisement, sur zones piétonnes, etc...) si bien qu'il est possible de proposer des sensibilisations, stages, et formations ciblées sur une population.
- **Silver coaching** : le suivi des risques dans le temps peut permettre de déceler une baisse d'aptitude à la conduite chez les seniors. Dans ce cas, l'assureur peut intervenir pour aider son client à baisser son risque tout en restant conducteur le plus longtemps possible.
- **Assistance** : en cas de choc sévère, le smartphone propose un « gros bouton » OK permettant d'appeler en un clic un numéro de téléphone préenregistré par l'App.

REFERENCES

- [1] <http://nexyad.net/Automotive-Transportation/wp-content/uploads/2016/01/Calcul-du-risque-daccident-pris-par-le-conducteur.pdf>
- [2] http://www.lecho.be/entreprises/services_financiers_assurances/AG_Insurance_renonce_a_lier_la_prime_auto_au_comportement.9729053-3028.art?ckc=1&ts=1455208594
- [3] <https://www.cnil.fr/>
- [4] http://www.lemonde.fr/pixels/article/2015/07/24/comment-le-deep-learning-revolutionne-l-intelligence-artificielle_4695929_4408996.html
- [5] <https://www.cairn.info/revue-les-cahiers-du-numerique-2001-1-page-97.htm>
- [6] <http://www.techniques-ingenieur.fr/base-documentaire/technologies-de-l-information-th9/gestion-de-contenus-numeriques-42311210/systemes-a-bases-de-connaissances-h3740/>
- [7] <http://www.qualiteonline.com/dossier-18-amdec-processus.html>
- [8] http://www.normandie-centre.cerema.fr/IMG/pdf/Programme_quadriennal_de_recherche_ERA_Accidentologie-V1-3-valide-3_cle22f934.pdf
- [9] <http://nexyad.net/Automotive-Transportation/wp-content/uploads/2016/05/white-paper-NEXYAD-n2-T%C3%A9matique-automobile-et-respect-des-donn%C3%A9es-priv%C3%A9es.pdf>
- [10] <http://www.rosipa.com/road-safety/advice/drivers/speed/inappropriate/#ref>
- [11] <http://nexyad.net/Automotive-Transportation/wp-content/uploads/2016/06/Modification-profonde-du-m%C3%A9tier-de-lassurance.pdf>