



Foto: JarvisH

Rapport nr. 2021 - R - 04 - NL

Effecten van in de helm geïntegreerde schermen

Sectoronderzoek en pilootstudie met een motorrijsimulator

Effecten van in de helm geïntegreerde schermen

Sectoronderzoek en pilootstudie met een motorrij simulator

Rapport nr. 2021 - R - 04 - NL

Auteurs: Aline Delhay (Vias institute), Sofie Boets (Vias institute), Stéphane Espié (Université Gustave Eiffel), Martijn Teuchies (Vias institute)

Verantwoordelijk uitgever: Karin Genoe

Uitgever: Vias institute – Kenniscentrum Verkeersveiligheid

Publicatiedatum: 17/02/2021

Wettelijk depot: D/2021/0779/49

Gelieve op de volgende manier naar dit document te verwijzen: Delhay, A., Boets, S., Espié, S. & Teuchies, M. (2020) Effecten van in de helm geïntegreerde schermen. Sectoronderzoek en pilootstudie met een motorrij simulator. Brussel, België: Vias institute – Kenniscentrum Verkeersveiligheid.

Dit rapport omvat een samenvatting in het Engels en het Frans.

Dit rapport is ook verkrijgbaar in een Franstalige versie met als titel: 'Effets de l’Affichage Tête Haute intégré dans le casque. Etude sectorielle et Étude-pilote sur simulateur moto’

Dit onderzoek werd mogelijk gemaakt door de financiële steun van de Federale Overheidsdienst Mobiliteit en Vervoer en kwam tot stand in samenwerking met de UGE (Université Gustave Eiffel).

Dankwoord

De auteurs en Vias institute wensen de volgende personen en organisaties te danken voor hun welwillende bijdrage tot dit onderzoek:

- Brecht Pelssers, voor zijn hulp bij het programmeren van de vragenlijsten.
- RAD, voor de medewerking aan de testen op de weg.
- Moto Magazine (Frankrijk), om de oproep te verspreiden onder mogelijke testers.
- Céline Grolleau, voor haar uitgebreide hulp bij het veldwerk.
- Samir Bouaziz, voor zijn beschikbaarheid voor reparaties (op de valreep) aan de motorsimulator.
- Julie Delzenne, voor de vertaling naar het Frans van de resultaten van het onderzoek met de simulator.
- Peter Silverans en Jean-François Gaillet, voor hun constructieve bijdrage bij het ontwerpen van het onderzoek.
- Kristel Verachtert, voor de administratieve ondersteuning.
- Ludo Kluppels, voor de interne revisie van dit rapport

De exclusieve verantwoordelijkheid voor de inhoud van het rapport ligt bij de auteurs.

Inhoud

Dankwoord	3
Inhoud	4
Afkortingenlijst	6
Lijst van tabellen en figuren	7
Samenvatting	8
Résumé	10
Summary	12
1 Inleiding	14
2 Sectoriële context	16
2.1 Het gebruik van G2W in België	16
2.2 Technologische innovaties	17
2.3 Technologische ontwikkelingen bij motorhelmen	17
2.4 Veiligheidselementen	18
3 Voorbereidende studies naar de effecten van HUD op het rijgedrag met de motorfiets	20
3.1 Stand van zaken in het onderzoek	20
3.1.1 Weergave in het gezichtsveld (Head-up Display, afgekort HUD)	20
3.1.2 HUD's voor motorfietsen	22
3.2 Testen op de weg	24
3.3 Experiment met de motorsimulator	25
3.3.1 Deelnemers	25
3.3.2 Materiaal	26
3.3.3 Experimentele design	28
3.3.4 Variabelen en onderzoeksopzet	29
3.3.5 Procedure	29
3.3.6 Gegevensverwerking en analyse	30
3.3.7 Resultaten	30
3.3.8 Synthese en beperkingen van de resultaten	36
3.3.9 Beperkingen van de studie	38
4 Conclusies en aanbevelingen	40
5 Referenties	42
6 Bijlagen	45
6.1 Vragenlijst na de testen op de openbare weg	45
6.2 Informatienota bij de experimentele pilootstudie	51
6.3 Formulier voor de vrije en geïnformeerde toestemming aan het experiment	52
6.4 Informatie bij de rekrutering van deelnemers voor het experiment	53
6.5 Vragenlijst 'Simulatorziekte' [Simulator Sickness Questionnaire, SSQ] (Kennedy, Lane, Berbaum & Lilienthal, 1993)	54
6.6 Vragenlijst 'Aanwezigheid' [Questionnaire sur l'état de présence, QEP] (Witmer & Singer, 1998, nagekeken door het Laboratoire de Cyberpsychologie van de UQO, 2002)	55
6.7 Taaklast [NASA Task Load Index, TLX] (Hart & Straveland, 1988)	61
6.8 Subjectieve beoordeling van het rijden	62

6.9 Vragenlijst 'Meningen na deelname'	63
6.10 Vragenlijst voor de online rekrutering van testers	64

Afkortingenlijst

Afkortingen, terminologie en uitdrukkingen die in dit document gebruikt worden:

G2M: gemotoriseerde tweewielers (met inbegrip van motorfietsen en bromfietsen).

ACEM: Association des Constructeurs Européens de Motocycles [Vereniging van Europese Motorfietsconstructeurs].

AR-HUD: *Augmented Reality-Head Up display* [Aangevulde realiteit met gezichtsveldprojectie].

Bromfiets: wegvoertuig met twee of drie wielen dat uitgerust is met een motor waarvan de cilinderinhoud niet meer bedraagt dan 50 cm³ en dat door zijn bouw in snelheid beperkt is, overeenkomstig de geldende nationale wetgevingen. Waar de beperkingen aan de cilinderinhoud van de motor niet van toepassing zijn kan een begrenzing van het vermogen van de motor van kracht zijn. Met de term 'bromfiets' wordt verwezen naar de categorieën L1 en L2 van de Geconsolideerde Resolutie betreffende de constructie van voertuigen (R.E.3) van de Verenigde Naties (bron: EuroStat). Deze categorie omvat ook de speed pedelecs.

HDD: *Head-down display*, weergave waarvoor de bestuurder het hoofd en de blik naar beneden moet richten.

HUD: *Head-up display*, weergave waarbij de bestuurder het hoofd omhoog en dus op de weg gericht kan houden.

HMI: *Human-Machine Interface*, mens-machine-interface.

Infotainment: samentrekking van de Engelse woorden 'information' en 'entertainment', in het Nederlands soms infomusement of infovermaak genoemd. De term verwijst naar allerlei voorzieningen die — in deze context — de bestuurder informatie en ontspanning aanbieden (van telefoneren en sociale netwerken tot muziek, films en internet).

Motorfiets: wegvoertuig met twee, drie, of vier wielen, waarvan het 'droog gewicht' niet meer dan 400 kg bedraagt. Deze categorie omvat alle voertuigen in dit genre waarvan de cilinderinhoud 50 cm³ of meer bedraagt, alsook die met een cilinderinhoud beneden de 50 cm³ die niet tot de categorie van de bromfietsen behoren. Met de term 'motorfiets' wordt verwezen naar de categorieën L3, L5, L6 en L7 van de Geconsolideerde Resolutie betreffende de constructie van voertuigen (R.E.3) van de Verenigde Naties (bron: Eurostat).

R&D: Research & Development, onderzoek en ontwikkeling.

ITS: intelligente transportsystemen, ook wel *Intelligent Transport Systems*.

UGE: Université Gustave Eiffel (het voormalige IFSTTAR, en daarvoor INRETS).

Lijst van tabellen en figuren

Tabel 1	Door de verschillende helmen en fabrikanten van integreerbare technologie aangeboden functionaliteit.	19
Tabel 2	Kenmerken van de deelnemers aan de studie	25
Tabel 3	Hoe percipiëren de deelnemers aan de studie de technologische evolutie in het transport	26
Tabel 4	Subjectieve beoordeling van HUD- en HDD-weergave, van 1 (gunstig) tot 10 (ongunstig) (M-gemiddelde, SA-standaardafwijking). De significante verschillen op de t-toets voor gepaarde steekproeven en op de Wilcoxon signed-rank test zijn aangeduid met *** ($p \leq 0,001$); ** ($p \leq 0,01$), * ($p \leq 0,05$). Randsignificantie (p tussen 0,05 en 0,07) is aangeduid met '(*)'.	32
Tabel 5	Beoordeling van taakbelasting na het rijden met HUD- en HDD-weergave (M-gemiddelde, SA-standaardafwijking). De significante verschillen op de t-toets voor gepaarde steekproeven en op de Wilcoxon signed-rank test zijn aangeduid met *** ($p \leq 0,001$); ** ($p \leq 0,01$), * ($p \leq 0,05$). Randsignificantie (p tussen 0,05 en 0,07) is aangeduid met '(*)'.	34
Tabel 6	Opinie over de bij de studie gebruikte HUD en over de HUD-technologie in het algemeen (%)	35
Tabel 7	Feedback over de studie en de deelname	35
Figuur 1	- Nieuwe inschrijvingen in Europa 2010-2018 (bron: ACEM)	16
Figuur 2	- Nieuwe inschrijvingen - België - 2010-2018 (bron: ACEM)	16
Figuur 3	- Letselongevallen waarbij minstens één motor betrokken was (bron: Statbel)	16
Figuur 4	- Helm met 'head-up' display SKULLY	18
Figuur 5	- Head-up systeem EYELIGHTS	18
Figuur 6	- Plaats van het HUD in de helm en weergave van de informatie	22
Figuur 7	- Uitzicht vanuit de motorsimulator UGE 'SIMACOM' (Copyright: UGE)	27
Figuur 8 A en B	- Motorscenario GIF2 (A); GIF2-trajectnetwerk (B) (Copyright: UGE)	27
Figuur 9 A en B	- Gemiddelde snelheid (km/u) bij HUD- versus HDD-weergave in bochten (A) en aan kruispunten (B)	31
Figuur 10 A en B	- Standaardafwijking van de snelheid (km/u) bij HUD- versus HDD-weergave in bochtige zones (A) en aan kruispunten (B)	31
Figuur 11 A en B	- Standaardafwijking van de laterale positie (mm) bij HUD- versus HDD-weergave in bochtige zones en aan kruispunten	32
Figuur 12	- Subjectieve beoordeling van HUD- en HDD-weergave, (1-gunstig tot 10-ongunstig) (gemiddelde, 95% betrouwbaarheidsinterval) De significante verschillen op de t-toets voor gepaarde steekproeven en op de Wilcoxon signed-rank test zijn aangeduid met *** ($p \leq 0,001$); ** ($p \leq 0,01$), * ($p \leq 0,05$). Randsignificantie (p tussen 0,05 en 0,07) is aangeduid met '(*)'.	33
Figuur 13	- Beoordeling van taaklast na rijden met HUD- en HDD-weergave (gemiddelde, 95% betrouwbaarheidsinterval). De significante verschillen op de t-toets voor gepaarde steekproeven en op de Wilcoxon signed-rank test zijn aangeduid met *** ($p \leq 0,001$); ** ($p \leq 0,01$), * ($p \leq 0,05$). Randsignificantie (p tussen 0,05 en 0,07) is aangeduid met '(*)'.	34

Samenvatting

Ondanks een beperkte marktomvang en een complexe concurrentiële context, wat deels de tragere invoering van nieuwe technologieën verklaart, wordt de sector van de gemotoriseerde tweewielers (G2W), net als die van andere vervoersmodi, beïnvloed door de komst van *rijhulpmiddelen*.

Dit zijn onder andere nieuwe technologieën bevestigd aan de uitrusting van motorrijders zoals het *Head-Up Display* (HUD) dat informatie direct in de helm weergeeft. Door de visuele, auditieve en in sommige gevallen tactiele overdracht van informatie beloven deze technologieën de veiligheid van motorrijders te verbeteren door één van de belangrijkste problemen voor motorrijders aan te pakken: de beperking van hun gezichtsveld.

De HUD-technologie heeft weliswaar een zeer lange geschiedenis in de luchtvaartindustrie en is al decennialang op de wagenmarkt aanwezig, maar heeft geen gemeenschappelijke maten en methoden om deze te evalueren. Daarnaast is het belang onderstreept van studies naar menselijke factoren (*human factors*), rekening houdend met de functionele vereisten (diverse en veranderende informatiebehoeften) van gebruikers (in verschillende contexten), evenals met vereisten met betrekking tot de gebruikersinterface. HUD-apparaten voor motorrijders zijn pas recent opgedoken en onderzoek naar de impact ervan op de verkeersveiligheid is vrijwel onbestaande. In het algemeen zijn er maar weinig studies die de effecten van telefooncommunicatie alsook van het gebruik van navigatiesystemen op het motorrijden hebben onderzocht.

Aangezien motorrijden over het algemeen veeleisender is dan autorijden, met name wat betreft het niveau van de aandacht die nodig is om een traject of noodmanoeuvres uit te voeren, roept de vermenigvuldiging van de door de bestuurder te verwerken informatie veel vragen en bezorgdheid op over de fysieke, perceptuele en cognitieve effecten van deze technologieën op het rijden met een motorfiets.

Vias institute en IFSTTAR (intussen Universiteit Gustave Eiffel - UGE) hebben samengewerkt aan een pilootstudie om de impact van het gebruik van een in de helm geïntegreerde HUD te vergelijken met een smartphone bevestigd op het dashboard (HDD: *Head-Down Display*), waarbij zowel navigatie-informatie als de werkelijke en maximaal toegestane snelheid weergegeven werden, in een gesimuleerde rijdsituatie op rurale wegen met bochten. De studie toonde een voordeel van het *'head-up'* scherm tegenover het *'head-down'* scherm aan met betrekking tot de naleving van de snelheidslimieten en de stabiliteit van de positie op de weg.

Hoewel de resultaten van dit onderzoek positief zijn, blijft de vraag of de verkregen resultaten ook gelden voor apparaten die andere keuzes gemaakt hebben met betrekking tot de complexiteit van de doorgegeven informatie. Met andere woorden, volgende vragen blijven bestaan:

- Wie zijn de gebruikers van geconnecteerde apparatuur (en welk type apparatuur) tijdens het rijden en wie gebruikt die niet: zijn er verschillende gebruikersprofielen (bijv. gerelateerd aan gepercipieerde eigen efficiëntie, gevoel van onkwetsbaarheid, niet-perceptie van gevaar, types en categorieën van G2W, rijbewijs-anciënniteit, stedelijke mobiliteit of andere, enz.)?;
- Wat zijn de motivaties en behoeften voor het gebruik van geconnecteerde apparatuur in rijdsituaties en wat zijn de belemmeringen?
- Wat zijn de operationele keuzes die de verschillende bestuurdersprofielen maken (type gepresenteerde informatie en gebruik van de functionaliteiten) en waarom?
- Hoe wordt de informatie verwerkt volgens bestuurdersprofiel?
- Hoe verandert deze informatie het gedrag (het nemen van risico's) van de bestuurder en het rekening houden met andere weggebruikers?

Aangezien de vraag van de 'markt' evolueert in de richting van meer beschikbare functionaliteiten, waaronder infotainment (berichtenverkeer, communicatie, info over het verkeer, sociale netwerken, enz.), zal de motorrijderspopulatie op heel korte termijn geconfronteerd worden met een vermenigvuldiging van het aanbod. Het is bijgevolg dringend noodzakelijk om de cognitieve, motivatie-gerelateerde en contextuele functies te bestuderen van motorrijders tijdens de interactie met dergelijke systemen, teneinde:

- de strategieën te begrijpen die door bestuurders worden gebruikt om de verschillende informatiebronnen te verwerken;

- zicht te krijgen op de grenzen die bestuurders zichzelf opleggen in functie van situaties en individuele profielen;
- de impact te evalueren op het nemen van risico's voor zichzelf en voor anderen;
- de limieten te identificeren met betrekking tot de omvang en de kwaliteit van de doorgegeven informatie (omgang met gelijktijdige informatie), leidend tot aanbevelingen voor de regelgeving, voor constructeurs, maar ook voor het uitwerken van preventieboodschappen.

De auteurs van dit rapport bevelen bijgevolg aan om het onderzoek in dit domein verder te zetten teneinde:

- een valide methodiek te bekomen voor het evalueren van in/op de helm gemonteerde systemen, en
- standaardisatie-elementen voor specifieke G2W-infotainmentsystemen te identificeren.

Hiervoor zijn volgende zaken nodig:

- verklarende gegevens over de keuzes die bestuurders maken op basis van hun profiel (welke nieuwe functionaliteiten worden geselecteerd en gebruikt, hoe worden deze functionaliteiten gebruikt, welke niveaus van individuele risico's worden genomen, welke niveaus van risico worden opgelegd aan andere weggebruikers), waarbij de mate van risico nemen subjectief wordt beoordeeld door de bestuurder (gevoel van zelfredzaamheid, gevoel van controle, overtuigingen m.b.t. de eigen competentie enz.) maar ook via objectieve maten van risico, zoals de tijd tot een botsing (*'time to collision'*), tijd buiten de rijstrook ...
- kwantitatieve gegevens (van een grote steekproef) over de menselijke determinanten die de neiging verklaren om geconnecteerde apparatuur te gebruiken tijdens het rijden;
- een typologie van de G2W-gebruikers die het meeste risico lopen in relatie tot het gebruik van digitale technologie;
- een classificatie van de bestudeerde functionaliteiten volgens interactiemodaliteit (visueel/auditief, niveau van de visuele symboliek) en volgens hun impact op het rijden (met inbegrip van het omgaan met andere weggebruikers).
- de ontwikkeling van aan G2W aangepaste *interfaces* voor *'head-up'* infotainmentsystemen voor de industrie (demo's).

Résumé

Malgré une taille de marché limitée et un contexte concurrentiel compliqué induisant une introduction plus lente des nouvelles technologies, le secteur du deux-roues motorisés (2RM) est impacté, comme les autres modes de transport, par l'avènement des aides à la conduite.

Parmi celles-ci on retrouve des nouvelles technologies liées aux équipements dont « l'affichage tête haute » (Head-Up Display – HUD) qui propose d'afficher des informations directement dans le casque. A travers la transmission d'informations visuelles, audio, et dans certains cas tactiles, ces technologies annoncent adresser un des enjeux-clés du motocyclistes: la limitation de son champ de vision.

La technologie HUD, bien qu'ayant une très longue histoire dans l'industrie aéronautique et se trouvant sur le marché automobile depuis des décennies, ne dispose pas de mesures et de méthodes communes pour les évaluer. De plus, l'importance des études sur les facteurs humains tenant compte des exigences fonctionnelles (besoins d'information diverses et changeantes) des utilisateurs (dans différents contextes), ainsi que des exigences relatives à l'interface utilisateur, a été soulignée. Les dispositifs HUD pour motocyclistes ne sont, quant à eux, apparus que récemment et les recherches sur leur impact en matière de sécurité routière sont pratiquement inexistantes. De façon générale, peu d'études ont étudié les effets des communications téléphoniques mais aussi de l'usage des systèmes de navigation sur la conduite moto.

Considérant que la conduite moto est, dans l'ensemble, plus sollicitante que la conduite d'une automobile, notamment en ce qui concerne le niveau d'attention requis pour gérer une trajectoire, ou des manœuvres d'urgence, la multiplication d'informations à traiter par le conducteur soulève de nombreuses questions et inquiétude concernant les impacts physiques, perceptifs et cognitifs de ces technologies sur la conduite du 2RM.

L'institut Vias et l'IFSTTAR (actuellement l'Université Gustave Eiffel) ont collaboré dans le cadre d'une étude-pilote visant à comparer les effets de l'utilisation d'un HUD (intégré dans le casque), par rapport à l'utilisation d'un smartphone HDD (sur le tableau de bord), affichant des informations de navigation et la vitesse réelle et maximale autorisée, en situation de conduite simulée sur des routes suburbaines sinueuses. L'étude a montré l'intérêt de l'affichage « tête haute » sur l'affichage « tête basse » par rapport au respect des limitations de vitesses et à la stabilité de la position sur la route.

Si les résultats de l'étude sont positifs dans ce cas, la question de la transposition des résultats acquis pour des dispositifs ayant fait des choix différents en terme de complexité des messages proposés demeure. Autrement dit, restent posées les questions suivantes :

- Qui sont les usagers qui recourent à des outils connectés (et quels types d'outils) lors de la conduite et qui sont ceux qui s'en abstiennent : y a-t-il différents profils d'usagers ? (Efficacité perçue, sentiment d'invulnérabilité, non perception du danger, types et catégories de 2RM, ancienneté de permis, mobilité urbaine ou autres, etc...) ;
- Quels sont les motivations et les besoins exprimés pour recourir aux outils connectés en situation de conduite et quels sont les freins ?
- Quels sont les choix opérés par les différents profils de conducteurs (type d'information médiatisée et usages des fonctionnalités) et pourquoi ?
- Quelle est le traitement des informations selon les profils de conducteurs ?
- Comment cette information modifie le comportement (la prise de risque) du conducteur et la prise en compte des autres usagers ?

La demande du « marché » allant dans le sens de plus de fonctionnalités disponibles, dont de l'infotainment (messagerie, communication, infotraffic, réseaux sociaux, etc...), la population motocycliste va être confrontée à très court terme à une multiplication de l'offre, et représente donc une population pour laquelle il est urgent d'étudier les fonctionnements cognitif, motivationnel et contextuel lorsqu'elle est en interaction avec de tels systèmes afin de :

- comprendre les stratégies mises en place par les conducteurs pour gérer les différentes sources d'informations ;
- comprendre les limites que ces derniers s'imposent à eux-mêmes en fonction des situations et des profils individuels ;
- évaluer l'impact sur la prise de risque pour soi et pour les autres ;
- identifier des limites pour le nombre et la qualité des informations transmises (gestion concurrente des informations), avec des retombées en termes de recommandations pour la réglementation, pour les constructeurs, mais aussi pour la conception de messages de préventions.

Les auteurs du rapport préconisent donc la poursuite des activités de recherche dans ce domaine afin d'obtenir à terme,

- une méthodologie d'évaluation valide des systèmes pour 2RM embarqués dans le casque
- l'identification des éléments de normalisation pour les systèmes d'infotainment dédiés 2RM .

Pour ce faire, les éléments suivants sont nécessaires :

- des données explicatives relatives aux choix réalisés par les conducteurs en fonction de leur typologie (quels nouvelles fonctionnalités sélectionnées et utilisées, quels usages de ces fonctionnalités, quels niveaux de prise de risque individuel, quels niveaux de prise de risque imposé aux autres usagers), le niveau de prise de risque étant évalué de manière subjective par le conducteur (sentiment d'auto-efficacité, sentiment de contrôle, croyances de compétences etc...) mais aussi par des mesures objectives de types temps à la collision, temps à la sortie de voie... ;
- des données quantitatives sur les déterminants humains explicatifs de la propension à l'usage des outils connectés lors de la conduite ;
- une typologie des usagers les plus à risque en lien avec l'usage de la technologie numérique ;
- un classement des fonctionnalités étudiées selon les modalités d'interaction (visuelles / auditives, niveau de symbolisme dans le visuel) selon leur impact sur la conduite (incluant la gestion des autres usagers de la route).
- le développement d'interfaces adaptées 2RM pour systèmes d'infotainment « tête haute » à vocation des industriels du secteur (démonstrateurs).

Summary

Despite a limited market size and a complicated competitive context leading to a slower introduction of new technologieën, the powered two-wheeler (PTW) sector, like other modes of transport, is impacted by the advent of driving aids.

These include new technologieën related to equipment such as the Head-Up Display (HUD), which displays information directly in the helmet. Through the transmission of visual, audio, and in some cases tactile information, these technologieën address one of the key issues for motorcyclists: the limitation of their field of vision.

Although HUD technology has a long history in the aeronautics industry and has been on the automotive market for decades, there are no common measurements and methods to evaluate it. In addition, the importance of human factors studies taking into account the functional requirements (diverse and changing information needs) of users (in different contexts), as well as user interface requirements, was stressed. HUD devices for motorcyclists, on the other hand, have only recently emerged and research on their impact on road safety is virtually non-existent. In general, few studies have investigated the effects of telephone communications and the use of navigation systems on motorcycle riding.

Considering that motorcycling is, on the whole, more demanding than driving a car, particularly with regard to the level of attention required to manage a trajectory, or emergency manoeuvres, the multiplication of information to be processed by the driver raises many questions and concerns about the physical, perceptual and cognitive impacts of these technologieën on PTW driving.

Vias institute and IFSTTAR (currently the Gustave Eiffel University) have collaborated on a pilot study to compare the effects of using a HUD (integrated in the helmet), compared to the use of an HDD smartphone (on the dashboard), displaying navigation information and the actual and maximum speed allowed, in simulated driving situations on winding suburban roads. The study showed the value of the 'head-up' display over the 'head-down' display in relation to compliance with speed limits and stability of position on the road.

While the results of the study are positive in this case, the question of transposing the results acquired for devices that have made different choices in terms of the complexity of the proposed messages remains. In other words, the following questions remain:

- Who are the users who use connected tools (and what types of tools) when driving and who are those who do not: are there different user profiles (perceived efficiency, feeling of invulnerability, non-perception of danger, types and categories of PTWs, license seniority, urban mobility or others, enz.);
- What are the motivations and needs expressed for using connected tools in driving situations and what are the brakes?
- What are the choices made by the different driver profiles (type of information in the media and use of functionalities) and why?
- How is information processed according to driver profiles?
- How does this information modify the behaviour (risk-taking) of the driver and the consideration of other road users?

The demand of the "market" going in the direction of more available functionalities, including infotainment (messaging, communication, infotraffic, social networks, enz...), the motorcyclist population will be confronted in the very short term with a multiplication of the offer, and thus represents a population for which it is urgent to study the cognitive, motivational and contextual functioning when it is in interaction with such systems in order to:

- understand the strategies implemented by drivers to manage the different sources of information;
- understand the limits that drivers impose on themselves in relation to individual situations and profiles;

- assess the impact on risk-taking for oneself and others;
- identify limits to the amount and quality of information transmitted (concurrent information management), with implications in terms of recommendations for regulation, for manufacturers, but also for the design of prevention messages.

The authors of the report therefore recommend continuing research activities in this area in order to eventually achieve the desired results:

- a valid methodology for evaluating helmet-mounted PTW systems
- the identification of standardization elements for dedicated PTW infotainment systems.

To do this, the following elements are required:

- explanatory data on the choices made by drivers according to their typology (which new functionalities are selected and used, which uses of these functionalities, which levels of individual risk taking, which levels of risk taking are imposed on other users), the level of risk taking being assessed subjectively by the driver (feeling of self-efficacy, feeling of control, skill beliefs, enz.) but also by objective measures such as time to collision, time to lane departure, enz.;
- quantitative data on the human determinants explaining the propensity to use connected tools while driving;
- a typology of users most at risk in relation to the use of digital technology;
- a classification of the functionalities studied according to the modes of interaction (visual/auditory, level of symbolism in the visual) according to their impact on driving (including the consideration of others road users).
- the development of PTW adapted interfaces for "head-up display" infotainment systems for the industry (demonstrators).

1 Inleiding

Nieuwe technologieën claimen de veiligheid van bestuurders te kunnen verbeteren door het overbrengen van visuele, auditieve en tactiele informatie. *Bluetooth*-systemen kunnen geluid overbrengen, terwijl ingebouwde schermen (telefoons of schermen in de voertuigen) de bestuurder allerhande omgevingsinformatie verschaffen. Die technologieën wisselen nuttige informatie uit over de verplaatsing, denk maar aan de navigatiesystemen, maar kunnen het rijden ook verstoren en leiden tot een soort blindheid voor de buitenomgeving. Dat is het geval wanneer een telefoon gebruikt wordt om gesprekken te voeren, te chatten, of zelfs tv-programma's te bekijken.

In combinatie met de toename van het verkeer, hebben deze oorspronkelijk of achteraf gemonteerde systemen (bijv. min of meer in het voertuig geïntegreerde draagbare telefoons) de neiging om de complexiteit van het rijden met een gemotoriseerd voertuig te verhogen, ook al bieden ze hulp bij het rijden.

Nochtans is aangetoond dat de bestuurders soms moeten kiezen tussen verschillende prioriteiten: de relatieve prioriteit van de verplaatsing en de veiligheidskwesties die erbij komen kijken, voor henzelf en voor de andere weggebruikers, een prioriteit die te maken heeft met de interacties met de rijkhulpsystemen, en tot slot een zelfgerichte prioriteit die losstaat van het rijden (telefoneren, sociale netwerken).

Er is, vanwege een gebrek aan kennis en gegevens, nog geen correcte beoordeling voorhanden van de impact van deze systemen op het rijvermogen. Toch verschijnen die technologieën ondertussen in de helmen van de gebruikers van gemotoriseerde twee- of driewielers.

De helm speelt een rol, zowel bij de passieve veiligheid van de motorrijder (bij vallen) als bij de actieve veiligheid, onder meer doordat hij het gezichtsveld beperkt en de bestuurder belet om zijn omgeving volledig waar te nemen. Deze feitelijke toestand vergt van de gebruiker een specifieke houding om een adequaat veiligheidsniveau op de weg te garanderen. De studie van de impact van die nieuwe technologieën op de veiligheid, de risico's en de secundaire effecten van die online vlot toegankelijke voorzieningen blijkt dus essentieel.

Het hier voorgestelde werk heeft tot doel om elementen van antwoord aan te reiken op de volgende fundamentele vragen:

- Welke zijn de technologieën die momenteel ontwikkeld worden voor helmen (telecom, diverse apparatuur, ...) en die de komende jaren een invloed zullen hebben op de veiligheid van G2W?
- Zullen die technologieën een impact hebben op het rijgedrag? Gaat het hier om een bijkomende mentale werklast met een negatieve impact of hebben die systemen net een positieve uitwerking op de veiligheid van de motorrijders?
- Moeten we nieuwe amendementen op de ECE R22.06-norm overwegen¹?

Dit rapport biedt dus de nodige context bij de invoering van die nieuwe technologieën:

- door de marktevolutie te bestuderen, en



Illustratie van de weergave en de impact ervan op het gezichtsveld van de motorrijder (bron: Google image)

¹ De norm ECE R22.06 bepaalt welke tests vereist zijn om helmen in Europa te homologeren. Hij zal heel binnenkort (de stemming is aan de gang) de ECE R22.05-norm vervangen die tot op vandaag gebruikt werd.

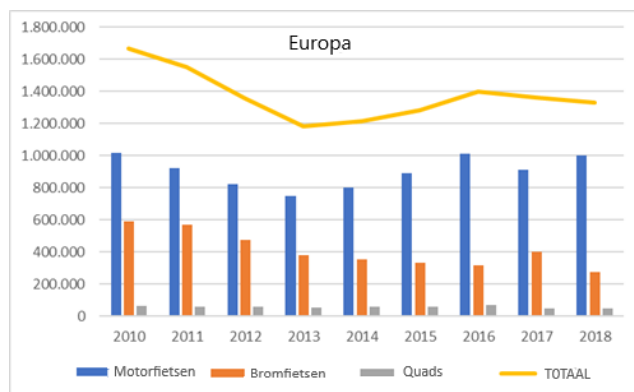
- door een pilootstudie met een motorsimulator, om een ruimer denkproces op gang te brengen dat het op termijn mogelijk moet maken om een stevige basis te leggen voor de ontwikkeling van een evaluatiemethodiek en eventueel normgevend werk.

In ruimere zin zullen de activiteiten in het kader van dit rapport de komende jaren bijdragen tot het volgen van de technologische ontwikkeling in de sector van de gemotoriseerde tweewielers (G2W) en het detecteren van trends op het vlak van mobiliteit en verkeersveiligheid.

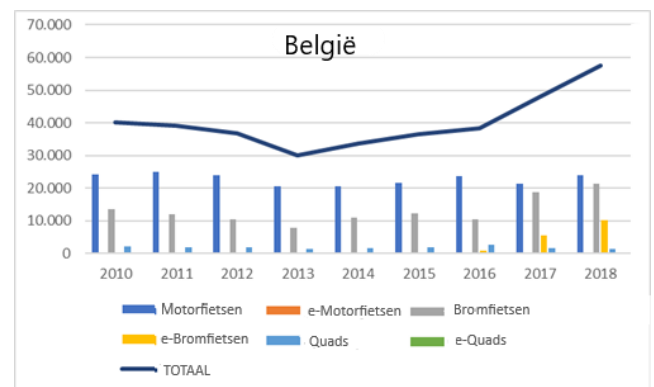
2 Sectoriële context

2.1 Het gebruik van G2W in België

De ACEM² schatte de 'vloot' aan gemotoriseerde tweewielers (bromfietsen, motorfietsen en quads) in 2018 op 21 792 584 voertuigen voor Europa en 663 769 voor België (3%). Ze vertegenwoordigen ongeveer 10% van het op Belgische bodem rondrijdende wagenpark (6% in Europa)³. En terwijl het aantal inschrijvingen in Europa sinds een tiental jaar achteruitgaat, stijgt in België het gebruik van G2W, voornamelijk in de categorie bromfietsen.

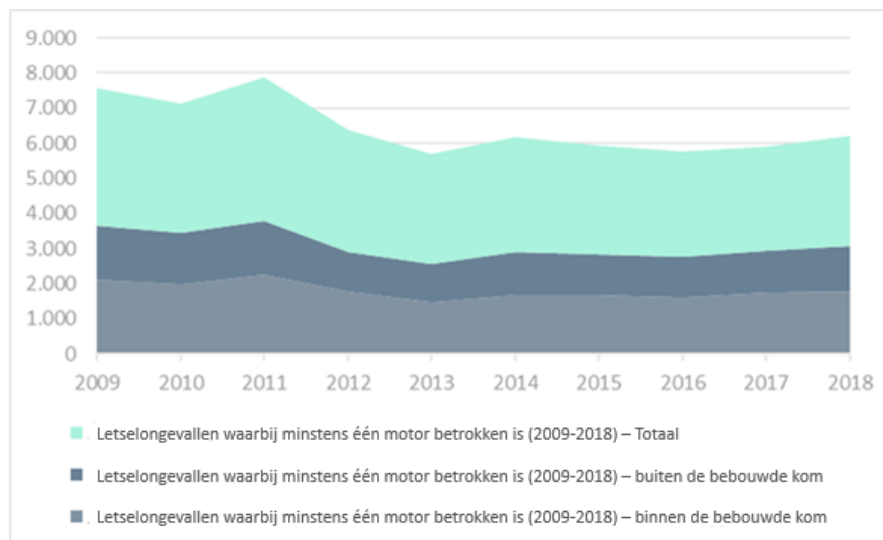


Figuur 1 - Nieuwe inschrijvingen in Europa 2010-2018
(bron: ACEM)



Figuur 2 - Nieuwe inschrijvingen - België - 2010-2018
(bron: ACEM)

In België daalt het aantal letselongevallen waarbij een G2W betrokken is, hoewel het aantal vervoermiddelen voortdurend blijft toenemen. Van alle kwetsbare weggebruikers blijven de bestuurders van G2W evenwel aan de hoogste risico's blootgesteld.



Figuur 3 - Letselongevallen waarbij minstens één motor betrokken was (bron: Statbel)

² Association des Constructeurs Européens de Motocycles <http://www.acem.eu/>

³ Door de ACEA (Association des Constructeurs Européens d'Automobiles) in 2016 op 6 538 095 voertuigen geschat (https://www.acea.be/uploads/statistic_documents/ACEA_Report_Vehicles_in_use-Europe_2018.pdf)

2.2 Technologische innovaties

De sector van de G2W wordt gekenmerkt door een gespannen concurrentiële context die te maken heeft met de veelheid aan producenten, van ambachtelijk tot industrieel, en al dan niet gekoppeld aan de autoproductie. De beperkte omvang van de markt, vergeleken met die voor auto's, en de uiteenlopende gebruikersprofielen (pendelaars, vrijetijdsmotorrijders, kickzoekers, vakantiegangers, professionals, ...) verklaren een tragere technologische evolutie. Ook het gebrek aan overheidsfinanciering voor onderzoek en ontwikkeling verklaart mee de relatieve traagheid waarmee technologische innovaties hun intrede doen.

Toch zien we ook bij de gemotoriseerde tweewielers, net als bij de andere transportmodi, de impact van de opkomst van rijkhulpsystemen zoals:

- technologieën en toepassingen voor voertuigen die ontwikkeld werden door de constructeurs van G2W en hun onderaannemers (bijv. ABS, stabiliteitscontrolesysteem voor motor);
- technologieën in samenhang met de uitrusting (helm, beschermende kledij) ontwikkeld door de fabrikanten en hun onderaannemers (bijv. de geïntegreerde airbag bij Dainese);
- technologieën die verkocht worden onder de vorm van afzonderlijk ontwikkelde accessoires om toe te voegen aan het voertuig of aan de kledij (bijv. een gps die op het stuur wordt bevestigd).

2.3 Technologische ontwikkelingen bij motorhelmen

De markt van de helmen ontsnapt niet aan die achterliggende tendensen. Zo vinden we momenteel zowel ontwikkelingen bij de fabrikanten van helmen (bijv. head-up-weergave bij SHOEI of BMW) en oplossingen afkomstig van onafhankelijke fabrikanten (bijv. head-up-weergave van EyeLights, het systeem dat gebruikt werd bij de test voor deze studie).

Onze gesprekken met de sector hebben de huidige koortsachtige ontwikkelingen op de markt bevestigd, met onder meer BMW of SHOEI die projecten hebben aangekondigd. Andere merken, zoals SHARK, zijn in gesprek met onafhankelijke fabrikanten.

In de R&D-microkosmos van nieuwe technologieën voor helmen vinden we de leveranciers van integreerbare technologieën, de app-ontwikkelaars, de fabrikanten van helmen en de distributeurs, maar ook de labs die zich met de certificatie bezighouden en de evoluties van nabij volgen.

Bepaalde van die helmen zijn al verkrijgbaar op de Europese markt (Senna, Quin) en hebben bijgevolg een CE-certificatie. Andere zijn alleen gecertificeerd in Australië (Forcite). De certificatie voor die helmen heeft echter alleen betrekking op de aspecten **connectiviteit** (CE / FCC / IC) en **stootvastheid** (DOT / ECE 22.05 / JIS). Er bestaan nog geen normen op het vlak van 'afleidingsvermogen', terwijl de kwestie van de mentale belasting en de verwerking van de informatie een centrale rol speelt in het debat over de veiligheid van die geïntegreerde technologieën.

Andere projecten zijn nog in ontwikkeling (Skully (<https://www.skully.com/>), Cross Helmet (<https://www.crosshelmet.com/>), Jarvish (<https://www.jarvish.com/>), Livemap (<https://livemap.info/>). Wat de onafhankelijke projecten betreft (los van de productie van een helm) wordt op de Europese markt alleen EyeLights verdeeld. Andere projecten die enkele jaren geleden opdoken bestaan niet meer, omdat ze technologisch achterhaald raakten of vanwege eerder economische uitdagingen, zoals de distributie of de financiering van de startup.



Figuur 4 - Helm met 'head-up' display SKULLY



Figuur 5 - Head-up systeem EYELIGHTS

Afgezien van EyeLights, met de specifieke eigenschap dat het zijn eigen distributiecircuit opzette (via internet), hebben we nog weet van een ander Frans project⁴ dat voortbouwt op een technologie uit de sportwereld (skiën, fietsen). De commerciële strategie is hier anders in die zin dat de onderneming voor haar commerciële ontwikkeling op zoek gaat naar samenwerking met fabrikanten van helmen.

De fabrikanten van motorfietsen zijn tot op heden buiten het debat gebleven, maar het valt niet uit te sluiten dat de kwesties rond connectiviteit vroeg of laat ook over de voertuigen zullen gaan (bijv. eCall). Er kan ook gedacht worden aan andere vormen van technologische samenwerking met de motorfietsenindustrie, zoals integratie van de voertuiggegevens in de beschikbare informatie (*On-Board Diagnostics - OBD*). Daartoe moeten evenwel uiteenlopende uitdagingen aangepakt worden, waaronder de V2X-connectiviteit (en het debat over het gebruik van de ITS-G5- of 5G-norm⁵).

2.4 Veiligheidselementen

Hoewel de technologische innovaties in auto's de verkeersveiligheid zeker vooruit geholpen hebben, hebben ze ook negatieve effecten op het vlak van aandacht en afleiding, fysiek, perceptief en cognitief. Bovendien roepen het reëel waargenomen gebruik en de bijbehorende gedragingen ook de vraag op naar de interfaces tussen mens en machine (de *Human Machine Interface*, afgekort HMI): hoe zijn die rijhulp- en -informatiesystemen opgevat en zullen ze zich aanpassen aan het reële gebruik en de eigenschappen van de bestuurders? Hoe kan de integratie van innovaties, die collectief beschouwd worden als een systematische vooruitgang op het vlak van risicobeperking, ook een negatieve impact hebben?

In het geval van het besturen van een motor gaat het om een kritieke vraag aangezien het aandachtsniveau dat vereist is om een traject af te leggen er gevoelig hoger ligt dan bij een personenwagen en de noodmanoeuvres ook beduidend complexer uit te voeren zijn. Zelfs bij de 'klassieke' gebruiksvormen is motorrijden veeleisender dan autorijden, omdat de motor niet intrinsiek stabiel is, omdat de infrastructuur vanuit de auto gedacht is en niet altijd aangepast is aan G2W, door de kwetsbaarheid van de gebruikers van G2W, gekoppeld aan het ontbreken van een 'mechanische' bescherming, maar ook door het effect 'kwetsbaar voertuig dat dus zijn voorrang verliest', dat complexere interacties met auto's, bestelwagens en vrachtwagens impliceert. De bestuurder van een G2W moet dus voortdurend oog hebben voor de stabiliteit van zijn voertuig en de soms kritieke interacties met de andere weggebruikers en/of met de infrastructuur.

De fabrikanten van deze nieuwe technologische functionaliteit maken gewag van een verhoogde actieve veiligheid, onder meer door *de risicoblootstelling van de gebruiker te beperken* (bijv. informatie over de weersomstandigheden), of van een verhoogde passieve veiligheid door bij een ongeval het lokaliseren te vergemakkelijken (bijv. locatie versturen naar een vooraf opgestelde lijst van personen). Onderstaande tabel

⁴ Gedekt door een vertrouwelijkheidsovereenkomst

⁵ <https://infoguerre.fr/2019/08/voiture-connectee-bataille-normes-a-bruxelles/>

geeft een overzicht van de functionaliteit van de verschillende helmen en integreerbare technologieën die op de markt verkrijgbaar of in ontwikkeling zijn⁶:

Tabel 1 Door de verschillende helmen en fabrikanten van integreerbare technologie aangeboden functionaliteiten.

Verkrijgbaar in de EU	Verkrijgbaar buiten de EU	Niet-verkrijgbaar (project)	Sena Zuid-Korea	Quin US	Forcite AU	Skully US	Jarvish US	Livemap RU	CrossHelmet JP	Eyelights FR
WEERGAVE										
Achteruitcamera (360°-zicht)						x	x	x	x	
Head-up-weergave (verschillende technologieën)						x	x	x	x	x
Verlichtingssysteem voor informatie					x					
Integratie smartphone						x				
BEDIENING										
Stembediening			x	x		x	x	x	x	x
Aanrakingsbediening									x	
Stemassistent Siri, Google of Alexa				x		x	x			
VRIJETIJD										
Frontale foto- en videocamera						x	x	x	x	
Muziek of informatie beluisteren (FM) (met of streamen en downloaden van video's)			x			x	x	x	x	x
Intercom (communicatie met meerdere personen => de Sena Momentum headset is bestemd voor een maximum van 7 personen)			x						x	
Telefonie (gesprekken voeren en ontvangen)			x			x	x	x		x
Berichten			x					x		
NAVIGATIE										
Gps-gebruik (bocht per bocht of niet) (met of zonder stembediening)			x		x	x	x	x	x	x
Info over de snelheid						x	x			x
Weersinformatie / kans op regen						x	x		x	
VEILIGHEID										
Ongevallendetector (bericht verstuurd naar noodcontacten => soort persoonlijke eCall)				x						
SOS-bakensysteem (noodbericht + GPS-positie + black box-audio-opname)				x						
Noodverlichting								x	x	
Dodehoekcamera's						x				
CERTIFICATIES										
Certificatie volgens ECE22.05 (impact)			x	x	x		x			-
CE-certificatie (connectiviteit)			x	x						x

Daarbij is nergens sprake van 'afleiding'. Bij de bestaande of opkomende functionaliteiten vinden we, behalve de 'navigatiefunctie' (gps), ook nogal wat zogeheten 'comfortfunctionaliteiten' (telefonie, muziek, sociale netwerken, e-mails, enz.) waarvan het afleidingspotentieel nochtans bewezen is (bijv. Strayer et al., 2017).

Deze tendens is onrustwekkend, gezien het vermogen van een gebruiker om informatie te verwerken, dat door ergonomen op 7 (± 2) inlichtingen wordt geschat, met inbegrip van de gedachten van de weggebruiker over het dagelijkse leven ...⁷.

Deze analyse werd bevestigd in onze gesprekken met de vertegenwoordigers van EyeLights met wie we voor de tests hebben samengewerkt. Nadat ze in de eerste versie van hun model om veiligheidsredenen bewust de hoeveelheid informatie hadden beperkt zagen ze zich door de vraag van de consument en de druk van de markt verplicht om de aangeboden functionaliteit uit te breiden, met onder meer de integratie van apps zoals *Waze*, of *Google Assistant*.

Binnen de groep van de motorrijders, die heel binnenkort geconfronteerd zal worden met een toename van het aanbod aan infotainment, moeten we dringend het cognitieve, motivatie-gerelateerde en contextueel gebaseerd functioneren onderzoeken terwijl ze in interactie zijn met dergelijke systemen, waarvan we immers weten dat ze potentieel risicovolle effecten hebben op het besturen van een voertuig.

⁶ Bronnen: websites van de fabrikanten + gebruikersvergelijking <https://stylistme.com/comparatif-objets-connectes/casque-moto-connecte-comparatif> [geraadpleegd tussen juni 2019 en juni 2020]

⁷ 'Everything in its place?' Alex Stedmon, Ergonomist – Motorcycle Rider Magazine, 2008.

3 Voorbereidende studies naar de effecten van HUD op het rijgedrag met de motorfiets

Naast kennis van de sector en inzicht in de ontwikkelingen, behoort ook het testen van nieuwe technologie tot de activiteiten van Vias institute, met als doel het achterhalen van de belangrijkste uitdagingen op het vlak van veiligheid en om beter te begrijpen in welke mate een systeem afleidt. Dat kan dan op termijn leiden tot de ontwikkeling van een methodiek voor het evalueren van die systemen naarmate ze op de markt komen.

Een stand van zaken van het onderzoek, een test op de weg en een experimentele pilootstudie werden opgezet.

Tijdens de pilootstudie werd het rijgedrag op een motorrijsimulator geanalyseerd met een op de helm gemonteerd HUD-systeem (*Head-up display*), dat informatie leverde over de navigatie, en de gereden en maximale snelheid. Deze situatie werd vergeleken met het rijden met de blik naar onderen gericht op een HDD (*Head-down display*), met dezelfde informatie. De studie werd georganiseerd in partnerschap met het laboratorium Simu&Moto van de UGE.

3.1 Stand van zaken in het onderzoek

Tot op heden is weinig onderzoek verricht naar het gebruik van de smartphone tijdens het besturen van een G2W. Toch moeten we het werk vermelden van een Vietnamees-Australisch team dat op dit vlak bijzonder actief is geweest (Truong et al., 2017, 2018, 2019; De Gruyter et al., 2017). Die studies waren gebaseerd op enquêtes en tonen duidelijke verbanden tussen het zelfgerapporteerde gebruik van draagbare telefoons tijdens het rijden en ongevallen of vallen met de motor. De laatste studie keek naar de effecten van telefonische communicatie maar ook naar het gebruik van gps, sms'en en sociale netwerken.

3.1.1 Weergave in het gezichtsveld (Head-up Display, afgekort HUD)

HUD-technologie wordt reeds langs gebruikt in de luchtvaart en is ook al decennialang in auto's terug te vinden. Bij HUD-systemen in auto's gaat het in hoofdzaak om het projecteren van informatie die weerkaatst wordt door de voorruit, iets onder de centrale gezichtslijn, wat een virtuele beeldafstand van 2-3 meter oplevert (over het asfalt), gelijk aan de rustafstand van het oog.

Het soort informatie dat het HUD van een wagen projecteert kan in vijf categorieën worden onderverdeeld (Park & Park, 2019):

- toestand van het voertuig (bijv. huidige snelheid, versnelling, brandstofpeil),
- veiligheid (bijv. waarschuwen voor aanrijding, behoud van rijstrook),
- navigatie (bijv. navigatie-instructies, afstand tot de bestemming),
- communicatie/informatie (bijv. radio, telefonische oproep) en
- buitenomgeving (temperatuur).



Copyright: Jarvis

In tegenstelling tot de meeste conventionele informatiesystemen voor auto's die de visuele boodschappen weergeven op een scherm dat op of in het dashboard gemonteerd is, stelt een HUD-systeem bestuurders in staat zich sneller te concentreren terwijl ze naar voren en naar achteren focussen en afwisselen tussen de weg en de informatie van het HUD (Pauzié, 2015; Häuslschmid et al., 2018). Op die manier kan een HUD de

dubbele opdracht helpen vervullen om een oog op de weg te houden en tegelijk de weergegeven informatie te verwerken (Häuslschmid et al., 2018). De recentste ontwikkelingen omvatten ook aangevulde realiteit (AR-HUD), met informatie die in het centrale gezichtsveld geprojecteerd wordt en het wegbeeld omvat waardoor het beeld onderdeel lijkt te zijn van de rijssituatie zelf (Pauzié, 2015). Uit empirisch onderzoek komen volgende zaken naar voren als voordelen op het vlak van veiligheid:

- meer observatietijd op de weg (minder blikken op het scherm) en minder tijd voor gezichtsaccommodatie (zeker voor oudere bestuurders),
- snellere reacties wanneer zich iets voordoet,
- constanter zicht op de snelheid,
- minder overtredingen,
- vroegtijdige detectie van obstakels op de weg en kritieke situaties,
- een afname van de mentale belasting,
- een beter begrip van situaties.

Deze resultaten kunnen evenwel verschillen volgens onafhankelijke variabelen zoals leeftijd van de bestuurder, mentale belasting en complexiteit van de informatie (Gish en Staplin, 1995; Horrey et al., 2003; Liu & Wen, 2004; Doshi et al., 2009; Ablaßmeier et al., 2007; Pauzié, 2015).

Bovendien werden ook een aantal negatieve aspecten van HUD's in auto's aangetoond:

- perceptueel tunneleffect (minder perifere detectie),
- cognitieve inbeslagname (*cognitive capture*) (automatisch de aandacht richten op het HUD),
- bespaarde scantijd geldt mogelijk enkel in omstandigheden met beperkte mentale belasting,
- contrastinterferentie die externe objecten maskeert,
- verkeerde perceptie van omvang / afstand aangezien het gezichtsveld van het scherm niet eindeloos is (maar dichterbij), waardoor voorwerpen op de weg kleiner en verderaf kunnen lijken,
- visuele storende elementen, maskering, beperkte visuele aandacht en bijkomende informatie die voor afleiding zorgt (Mendes, 2015; Gish en Staplin, 1995; Tretten et al., 2011; Ablaßmeier et al., 2007; Pauzié, 2015).

Enkele factoren die een invloed hebben op de efficiëntie en het gebruiksgemak van HUD's zijn:

- de positie van het scherm,
- de afstand tussen het scherm en de ogen,
- de verlichting en de helderheid van het scherm, en
- de complexiteit van de achtergrond (Mendes, 2015)

Samenvattend stellen Mahajan et al. (2015) dat het belangrijkste bewezen voordeel van HUD's erin bestaat dat ze de ogen en de aandacht van bestuurders op de weg gericht houden, zodat snellere reacties mogelijk zijn en meer tijd beschikbaar is om aanrijdingen te voorkomen, hetgeen de verkeersveiligheid ten goede komt. Een HUD dat informatie projecteert die anders lange blikken weg van de baan vereist, zoals navigatie-informatie op een scherm in het dashboard, levert dus mogelijk een veiligheidswinst op. Hoe langer de blik weg van de baan, hoe groter de kans op een ongeval. De kritieke waarde bij auto's is wat dat betreft 'langer dan 2 seconden' (Pauzié, 2015; Mahajan et al., 2015).

Hoe de toename van de tijd die op de weg gericht wordt en de mogelijk negatieve effecten op de gevoeligheid voor kritieke elementen op de baan zich tot elkaar verhouden, moet nog bepaald worden (Pauzié, 2015).

Hoewel HUD's voor auto's al decennialang op de markt zijn, hebben we tot op vandaag geen enkele set van algemene maatregelen en methoden om deze parameters te evalueren (Park & Park, 2019). Bij HUD's voor auto's wordt het belang onderstreept van onderzoek naar de menselijke factoren voor het beoordelen van het globale nut van HUD's, rekening houdende met de functionele vereisten (behoefte aan uiteenlopende en

wisselende informatie) van de gebruikers (in verschillende contexten) – het nut –, maar ook met de eisen met betrekking tot de gebruikersinterface – het gebruikersgemak –.

3.1.2 HUD's voor motorfietsen

HUD-initiatieven voor motorrijders omvatten doorgaans bijkomende voorzieningen om op de helm te monteren (bijv. Reyedr, BikeHUD, EyeLights) of systemen die in de helm zitten ingebouwd (bijv. Livemap).

De meeste van die HUD's projecteren niet op het vizier van de helm, maar gebruiken een scherm in een perifere zone dicht bij één van de ogen, bijv. in de onder- of bovenhoek, meestal rechts, aangezien dat doorgaans het dominante oog is.



Figuur 6 – Plaats van het HUD in de helm en weergave van de informatie

Tot de informatie die op HUD's wordt weergegeven, behoren snelheid, geldende snelheidslimiet, routebegeleiding (bijv. afstand), navigatie, de gebruikte versnelling, het uur, telefoontjes (bijv. de naam van de beller), muziek ... (Mendes, 2015; Häuslschmid et al., 2018).

Häuslschmid et al. (2018) hebben bepaalde prototypes van HUD's onderzocht en vatten hun bevindingen als volgt samen:

- "De **BikeHUD** [2016] gebruikt een onzichtbaar display dat het beeld weergeeft onder het linkeroog op een optisch oneindige afstand. De weergave-eenheid verhindert het zicht van de motorrijders en vergt een rechtstreekse blik naar onderen om de inhoud te kunnen lezen. De BikeHUD vereist een bekabelde connectie met de motor.
- Ook de **Reevu MSX1** [2016] is een vrij eenvoudige versie van een op de helm gemonteerd scherm. Hij biedt een digitale achteruitkijkspiegel op de buitenrand van de helm. Aangezien de afstand tot de ogen erg beperkt is, blijkt het moeilijk om visueel op het scherm te focussen.
- De **Skully AR-1** [2016] is een recent gefaalde fundraisingcampagne. Het optische concept was gelijkaardig aan dat van Google Glass en het in de rand geplaatste beeld moet bijv. een achteruitzicht geven en navigatie-informatie verschaffen.

- Ook de **Randonnée Nuviz** [2016] is een fundraisingproject. De weergave-eenheid wordt op de buitenzijde van de helm geplaatst en levert een beeld op onder het rechteroog. De helm kan via Bluetooth geconnecteerd worden met de smartphone en wordt bediend via een gepersonaliseerde unit op het stuur.
- De **helm LiveMap** [2016] levert een binoculair beeld op een afstand van ongeveer 4 m in het centrale gezichtsveld. De onderneming verdedigt die keuze met de belofte om de centrale projectie van complexe content te beperken bij zeer lage snelheden. Het systeem berust op het gebruik van een projector en omvat sensoren zoals een gyroscoop die met de smartphone verbonden kan worden."

Aangezien HUD-systemen voor motorrijders maar recent op de markt gekomen zijn (en vaak vroegtijdig weer verdwenen zijn) is er nauwelijks onderzoek voorhanden naar hun impact op de verkeersveiligheid. De meeste van de bestaande studies zijn vooral gericht op het perfectioneren van HUD-prototypen en het beoordelen van diverse ontwerpaspecten (bijv. Mendes, 2015; Ito et al., 2018).

Uit de enkele studies die we hebben, met betrekking tot een beperkt aantal variabelen, zou blijken dat een HUD leidt tot een lagere werklast, de rijtaak minder verstoort en resulteert in een betere naleving van de snelheidsbeperkingen in vergelijking met klassieke weergaven. Een pan-Europese bevraging daarentegen (Baldanzini & Delhay, 2015) bij bijna 5.000 motorrijders uit 23 Europese landen naar 53 innovaties op het vlak van veiligheid bij het motorrijden heeft aangetoond dat 'weergave van informatie op het vizier van de helm', 'weergave in real-time van het achteruitzicht op het vizier van de helm' en 'head-up weergave van informatie over het rijtuig op het vizier van de helm' zich stuk voor stuk in de top tien bevonden van de als gevaarlijkst beoordeelde functionaliteiten. De vrees daarachter is dat die systemen een actieve interactie met de bestuurder vergen, tot een overdaad aan informatie leiden en voor afleiding zorgen op kritieke momenten tijdens het rijden.

Men ging er overigens van uit dat de voordelen van HUD's voor auto's ook van toepassing zijn voor G2W, terwijl bepaalde nadelen niet van toepassing zijn op motorrijders of verschillen (door de verschillen tussen de systemen), hoewel ook bij HUDs voor motorrijders rekening gehouden moet worden met problemen als cognitieve inbeslagname en perceptueel tunneleffect (Mendes, 2015).

Er bestaan inderdaad opvallende verschillen tussen rijden met de auto en rijden met een motorfiets. Dat verplicht ontwikkelaars van HUD-systemen voor motoren dan ook om rekening te houden met die typische rijkenmerken. Motorrijders concentreren zich bijv. over het algemeen meer op het wegdek, waardoor hun blik verticaal meer gespreid is dan bij automobilisten (Ito et al., 2018). Häuslschmid et al. (2018) hebben drie condities van geprojecteerde inhoud (snelheid; snelheid en snelheidsbeperking; snelheid en snelheidsbeperking en informatie over bochten) in twee configuraties (een prototype van een HUD en van een HDD) onderzocht. Ze kozen voor een intra-subject studiedesign (vergelijking van condities binnen participanten) en gebruikten een rijsimulator (bochten met verschillende radius, uiteenlopende snelheidsbeperkingen tussen 70 en 110 km/u). Hun studies tonen onder meer aan dat motorrijders door hun helm ook een kleiner perifeer gezichtsveld hebben dan automobilisten, wat het risico op een verkeerde beoordeling van de verkeerssituatie verhoogt. De bestuurder van een motor moet dus vaker het hoofd bewegen en de ogen verwijderden van de weg om bijv. informatie te bekijken in de dode hoek of op het dashboard. Die aandachtsverschuivingen en veranderingen van focus kunnen gevaarlijk zijn, aangezien wat op de weg gebeurt vaak een snelle reactie vergt, waardoor men gemakkelijk te laat reageert.

Op basis van hun onderzoek en rekening houdende met het type HUD voor motorrijders dat momenteel het vaakst voorkomt, denken Häuslschmid et al. (2018) dat een kleine zone in het nabije perifere gezichtsveld ($>10^\circ$) van de gebruiker de veiligste plaats is om informatie weer te geven, zodat de foveale ($<2^\circ$) en centrale ($<10^\circ$) zones vrij blijven wanneer iemand recht voor zich uit kijkt.

3.2 Testen op de weg

Naast een pilootstudie op een motorsimulator, wilden de auteurs van het rapport de geselecteerde technologie (EyeLights) ook testen 'in het echt' en op de weg. Ze boden 6 testers de kans om met het systeem te experimenteren en hun subjectieve mening te geven aan de hand van een vragenlijst.

Onder de testers bevonden zich 3 ervaren motorrijders van het Vias institute en 3 externe motorrijders. Ze hebben het systeem geïnstalleerd en er minstens gedurende 2 uur mee gereden. Na hun test op de weg hebben ze online een vragenlijst ingevuld (cf. Bijlage 1).

Profiel van de testers: Alle testers hadden een rijbewijs voor een personenwagen, en op één na hadden ze ook allen een rijbewijs voor motorfietsen van elke cilinderinhoud (A). Twee derde van de testers (4) was vrouwelijk en allen gaven aan jaarlijks meer dan 2.500 km af te leggen op de motor. Vijf op de zes testers zeiden 2-3 keer of meer per week te rijden. Op één na (5) hadden alle testers een HDD-gps aan het stuur of op een andere plaats, ofwel ervaring met dat type systeem. Bij twee derde van de testers (4) was het gezichtsvermogen niet gecorrigeerd. De 2 andere testers droegen een bril. Tot slot werd de technologische profilering⁸ van de testers bepaald. Op één na toonden alle testers (5) zich positief tegenover technologie, door in te stemmen met de stelling 'Technologieën bieden mogelijkheden om het verkeer veiliger, ecologischer en vlotter (minder files) te maken'.

Geteste functionaliteit: Hoewel niet alle functionaliteiten van de EyeLights-technologie door alle testers getest kon worden, hebben alle testers minstens de navigatiefunctie en de snelheidsinformatie getest.

Meningen: Over het geheel bekeken zijn de meningen over de impact en de toekomst van deze technologie verdeeld. De helft van de testers heeft momenteel nog geen mening. De andere helft is onvoorwaardelijk enthousiast over de geteste technologie.

Naast het feit dat men de ogen op de weg gericht kan houden, noemen sommige testers als positief punt van het HUD ook de grotere bewustheid van de snelheidsbeperkingen, wat ertoe leidt dat men deze beter naleeft.

Twee derde van de testers gaf anderzijds toe dat er wel een impact was op hun gewone manier van rijden en dat ze zich hadden moeten aanpassen, omdat de EyeLights-technologie hen afleidde van hun gebruikelijke rijactiviteiten (*scannen* van het verkeer, analyse van de risico's, controleren van de snelheid van de motor, controle van de handelingen van de andere weggebruikers, enz.). Een opvallend voorbeeld van één van de vrouwelijke testers: "Ik betrapte mezelf erop dat ik de projectie bekeek, terwijl ik in mijn rechterachteruitkijkspiegel wou kijken". Het meest storende element bleek het bedienen van het systeem met de console die links tegen de helm geplakt was.

In vergelijking met *head-down*, waren de meningen van de testers die daar ervaring mee hadden, verdeeld. Hoewel 3 testers op 5 de HUD-technologie minder verstorend vonden dan een gps op het stuur, leek een gps op het stuur voor 2 andere testers dan weer gemakkelijker. Deze laatste merkten onder meer op dat bij de gps aan het stuur een motorrijder de auditieve informatie naar keuze kan aanvullen met de aangeboden visuele gegevens, indien nodig. Hij of zij blijft zelf beslissen om al dan niet de ogen van de weg af te wenden, waar dat opportuun lijkt. Omgekeerd ervaren ze de projectie van informatie in het gezichtsveld (HUD) ongeacht de omgeving of context als opgedrongen.

We merken ook op dat onze testers het 'prototype-karakter' van het systeem benadrukken met allerlei suggesties voor verbeteringen (kwaliteit van de audio, ergonomische verbeteringen, scherpte en nauwkeurigheid van de informatie, trillen van het beeld bij hogere snelheden, verlies van informatie, ...). Het zijn stuk voor stuk elementen die meespelen bij de evaluatie van de technologie zelf, maar ook bij het beoordelen van de impact qua afleiding.

⁸ Net als bij de test met de motorsimulator en de peilingen naar technologieën uit 2015, werd aan de deelnemers gevraagd uit 3 stellingen diegene te kiezen die het beste hun mening weergeeft: (1) 'Het aantal ongevallen neemt toe omdat bestuurders almaar vaker afgeleid worden door nieuwe technologieën.' (2) 'We hebben geen keuze: de technologie is er en we moeten ons daaraan aanpassen.'; (3) 'Technologieën bieden mogelijkheden om het verkeer veiliger, ecologischer en vlotter (minder files) te maken. Ze bieden de oplossing voor de voortdurende toenemende verkeersbehoeften.'

3.3 Experiment met de motorsimulator

Vanuit de uitgangshypothese dat het gebruik van een HUD of HDD verschillende effecten heeft op het rijden, rekenen we tot de doelstellingen voor dit pilootonderzoek de evaluatie van:

- het nut van de wijze van informatieweergave: HUD of HDD
- de gebruikerservaring
- de interactie met de systemen.

3.3.1 Deelnemers

Vijfendertig ervaren motorrijders tussen 27 en 56 jaar (gemiddelde leeftijd 37,5 / standaardafwijking (SA) 7,3) namen deel aan deze studie die liep van 21 november tot 2 december 2019. Ondanks de wil om de verhouding mannen en vrouwen met een motorrijbewijs te weerspiegelen (slechts ongeveer 10 % vrouwen) zijn we daar niet in geslaagd, door de criteria voor het valideren van de vrijwillige testers (1 vrouw).

De motorrijders moesten minstens 5 jaar rijervaring hebben en de voorbije jaren gemiddeld min. 3.000 km/jaar afgelegd hebben. Alle deelnemers hadden een rijbewijs A/A2, gemiddeld sinds 12,3 jaar (standaardafwijking 8,5) (min./max. 5 jaar / 38 jaar). 33 deelnemers hadden ook een A1-rijbewijs sinds gemiddeld 17,5 jaar (standaardafwijking 6,6); min./max. 6 jaar / 28 jaar). De meeste deelnemers (32) hadden ook een rijbewijs voor voertuigen van de categorie B (personenwagens) (sinds gemiddeld 18,7 jaar (standaardafwijking 7,4); min. 8 jaar / max. 37 jaar). Het gemiddeld aantal afgelegde kilometers in de loop van de voorbije 3 jaar bedroeg 13 538 km/jaar (standaardafwijking 8.395) met een min.-max. van 5.000 tot 40.000 km/jaar.

Tabel 2 Kenmerken van de deelnemers aan de studie

N studie = 35	
Leeftijd	min 27 jaar max 56 jaar gemiddelde 37,5 jaar (SA 7,3)
Geslacht	34 mannen 1 vrouw
Rijbewijs A/A2 sinds	min 5 jaar max 38 jaar gemiddelde 12,3 jaar (SA 8,5)
Rijbewijs B sinds	N 32 min 8 jaar max 37 jaar gemiddelde 18,5 jaar (SA 7,4)
Gereden km/jaar (voorbije 3 jaar)	min 5.000 max 40.000 gemiddelde 13.538 (SA 8.395)

De bestuurders moesten ofwel goed zien ofwel lenzen dragen (geen bril om problemen met de installatie van het HUD te vermijden). Ze moesten een dominant rechteroog hebben (zie de gebruikte methode om dit zelf uit te testen, in de bijlage met de voorafgaande informatie voor de rekrutering).

De vraag naar testers werd gesteld op de website en de sociale netwerken van Moto Magazine, het belangrijkste vakblad in Frankrijk. Voor de rekrutering van de deelnemers gebeurde de preselectie via een vragenlijst op de site van het Vias institute (in bijlage de informatie die voor de rekrutering op het internetplatform gegeven werd).

De gebruikte motoren van de deelnemers waren heel uiteenlopend (10 verschillende merken, modellen, cilinderinhoud van 125 tot 1.400 cc en vermogen tussen 11 en 147 kW).

Meer dan de helft van de deelnemers ((54,5%; 19) zei over zichzelf veel ervaring te hebben met het gebruik van een head-down-gps op de motor (bevestigd op het stuur of op het brandstofreservoir). 11 personen of 31,5% zeiden enige ervaring te hebben en slechts 5 deelnemers (14,5%) gaven aan totaal geen ervaring

hiermee te hebben. Alle deelnemers bevestigden doorgaans meer dan twee keer per week met de motor te rijden.

Tot slot kregen de deelnemers de vraag hoe ze tegen de technologische evolutie in het transport aankijken. Ze moesten uit 3 stellingen kiezen welke het beste aansluit bij hun mening. Tabel 3 geeft de resultaten.

Tabel 3 Hoe percipiëren de deelnemers aan de studie de technologische evolutie in het transport

Stellingen	% van de deelnemers (aan)
'Technologieën bieden mogelijkheden om het verkeer veiliger, ecologischer en vlotter (minder files) te maken. Ze bieden de oplossing voor de voortdurende toenemende verkeersvereisten.'	80% (28)
'Het aantal ongevallen neemt toe omdat bestuurders almaar vaker afgeleid worden door nieuwe technologieën.'	14,3% (5)
'We hebben geen keuze: de technologie is er en we moeten ons daaraan aanpassen.'	2,9% (1)

Deze tendens illustreert een duidelijke evolutie in hoe technologische assistentie gepercipieerd wordt, in vergelijking met de perceptie die naar voren kwam uit studies naar ITS en de pan-Europese bevraging in 2015 (Delhay & Marot, 2015; Baldanzini & Delhay, 2015).

Alle deelnemers kregen een vergoeding van 75 € ter compensatie van de inspanningen die ze voor hun deelname aan het onderzoek geleverd hadden.

3.3.2 Materiaal

3.3.2.1 De motorsimulator

De UGE beschikt over een originele en efficiënte motorsimulator, hoewel deze steeds onderwerp van onderzoek blijft. De simulator is in 2006 ontwikkeld binnen INRETS in het kader van het SIMACOM-onderzoeksproject. Met de simulator zijn uiteenlopende onderzoeken uitgevoerd (Lobjois 2016a, 2016b; Bougard 2015). De motorsimulator is momenteel één van de 10 prototypen in de 'topklasse' wereldwijd. (cf. Figuur 7 en 8).

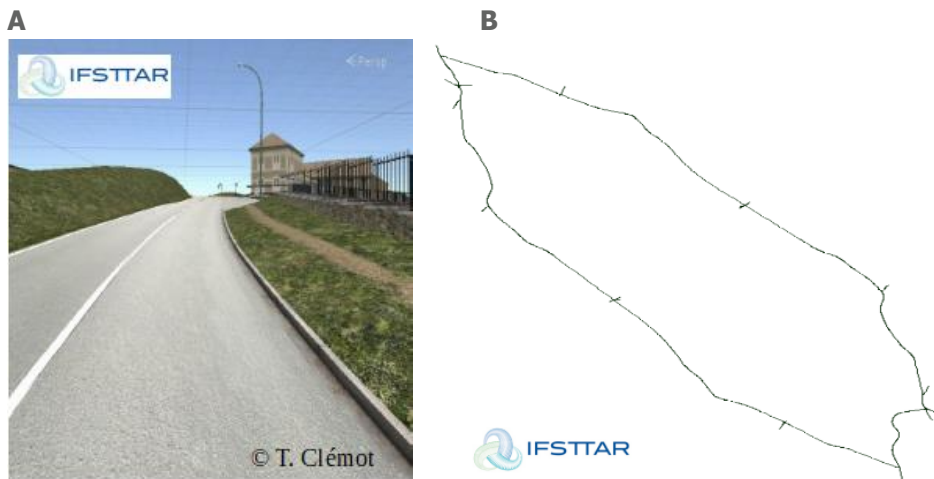
De motorsimulator van de UGE is een virtuele omgeving die uit de volgende onderdelen bestaat:

- 3 grote schermen (55", ongerekend ongeveer 1,2 m x 0,7 m) die met de randen tegen elkaar staan zodat een bijna doorlopend gezichtsoppervlak ontstaat. De 3 schermen staan in een soort cirkelsegment opgesteld met centraal het hoofd van de bestuurder (gezichtshoek van 130°). Op die manier kan een verkeerssituatie weergegeven worden. De ruimtelijke resolutie van de schermen bedraagt 1.920 x 1.080 pixels (ongeveer 40 pixels per graad (ppd)). De tijdsresolutie van de beelden bedraagt 60 Hz.
- een volledig motorchassis dat reageert op de krachten op het stuur. Deze is gemonteerd op een mobiel platform dat rol- en kantelbewegingen maakt en bochten simuleert (amplitude telkens $\pm 10^\circ$). Het chassis is bovendien uitgerust met een systeem om de afstand van de bestuurder tot het stuur te wijzigen en zo de illusie te creëren van optrekken en afremmen. Het motorchassis beschikt over oorspronkelijke bedieningssystemen (commodo links en rechts, gas- en remhendel en ontkoppeling op het stuur, rempedaal en versnellingshendel met de voeten bediend).
- voor de auditieve feedback zorgen een subwoofer en vier luidsprekers (weergave staat bekend als '5.1').



Figuur 7 - Uitzicht vanuit de motorsimulator UGE 'SIMACOM' (Copyright: UGE)

De software die bij de visuele weergave ingezet werd (de versie SIMU&MOTO van SIM²) maakt het mogelijk om de visuele horizon op de kijkhoogte te zetten van elke rijder, afhankelijk van zijn of haar lichaamsbouw. De gebruikte virtuele omgeving (GIF2) bestond uit een parcours van ongeveer 7 kilometer dat representatief is voor een reële omgeving (Gif-sur-Yvette voor het stadsgedeelte). Het netwerk bestaat uit een zone van 3,5 km die tweemaal afgelegd wordt omdat deze een lus vormt (cf. Figuur 8 A en B).



Figuur 8 A en B - Motorscenario GIF2 (A); GIF2-trajectnetwerk (B) (Copyright: UGE)

De software waarmee het G2W-model gesimuleerd wordt (waarmee de bestuurder dus de virtuele motor voortbeweegt in de virtuele wereld) en die het interactieve verkeer simuleert (de SIMU&MOTO-versie van ARCHISIM) registreert de status van de sensoren, de positie, de houding (rechtdoor, rol- en kantelbewegingen), snelheid en versnellingen van de motor en van de andere voertuigen in het verkeer. ARCHISIM staat via een 5.1-hifisysteem ook in voor de geluidsomgeving, zodat de verschillende geluidsbronnen in de virtuele omgeving ruimtelijk gesitueerd kunnen worden (eigen motorfiets en de gesimuleerde voertuigen).

3.3.2.2 De visualiseringssystemen

Voor het HUD werd voor de studie gebruik gemaakt van het EyeLights HUD-systeem voor motorrijders (<http://www.eye-lights.com>) en van een 'standaard' gps-systeem op de smartphone.

Het EyeLights HUD-systeem omvat een onderdeel dat met velcro aan de helm wordt bevestigd. Een lcd-scherm wordt weerkaatst via een semitransparante spiegel in een transparant prisma met vierkante doorsnede. De positie wordt aangepast aan elke motorrijder. Het systeem wordt voor het rechteroog geplaatst, boven de horizonlijn. De bestuurder moet de ogen oprichten om de weergegeven informatie te kunnen lezen.

Voor de HDD wordt de navigatie-app op de 'smartphone' op het stuur van de motorsimulator bevestigd, dankzij een 'zwanenhals'. Door de flexibiliteit van die 'zwanenhals' kan de bestuurder het toestel naar goedgevoel positioneren. Het scherm stoort niet bij het manoeuvreren. Het verstoort evenmin het zicht op de weg en op de snelheidsmeter.



3.3.2.3 Vragenlijsten en testen

De gebruikte vragenlijsten waren Franstalige versies van de:

- *Simulator Sickness Questionnaire* (SSQ) (Kennedy et al., 1993) voor de beoordeling van de rijnsimulatorziekte;
- 'Aanwezigheids' (*Présence*) vragenlijst (Witmer & Singer, 1998, nagezien door het Laboratoire de Cyberpsychologie van de UQO, 2002) voor de evaluatie van het gevoel van aanwezigheid in de experimentele setting;
- *NASA Task Load Index* (TLX) (Hart & Straveland, 1988) voor het meten van de mentale belasting;

en twee specifiek voor deze studie opgestelde vragenlijsten:

- Subjectieve beoordeling van het rijden (na elke 'rit' HUD / HDD)
- Vragenlijst 'Meningen na deelname'

Alle vragenlijst zijn in de bijlage opgenomen.

3.3.3 Experimentele design

De studieopzet is intra-subject: elke deelnemer rijdt zowel met het HUD als met het HDD en de parameters worden binnen elke deelnemer vergeleken. De gebruiksvolgorde van de twee systemen werd gecontrabalanceerd tussen de deelnemers om systematische volgorde-effecten tegen te gaan.

De onderzoekssituatie bestond uit vrij rijden over het wegcircuit GIF2 met verkeer uit de tegenovergestelde richting (indien mogelijk) en verkeer in dezelfde richting, buiten de 'testzones' waar geen verkeer was in dezelfde richting als de motorfiets.

De deelnemers legden het parcours af op de motorsimulator van de UGE die zich in de lokalen bevond van het laboratorium SATIE, gebouw DIGITEO 660, te Orsay, Frankrijk. De deelnemers kregen de opdracht om hun reisgeno(o)t(e) op te halen onder 'standaard' tijdsdruk, dat wil zeggen zonder te snel of te traag te moeten rijden. De deelnemers kregen als instructie om op een natuurlijke wijze de rit af te leggen en met het verkeer om te gaan.

De navigatiesystemen informeerden de bestuurder over de *toekomstige richtingen*, de *geldende snelheidslimiet* en de *gereden snelheid*. Via de navigatie konden de onderzoekers de bestuurders een 'loop' (lus) op het circuit laten afleggen (cf. Figuur 8 A en B).

3.3.4 Variabelen en onderzoeksopzet

In de loop van de rit passeerde de motorrijder ronde punten, kruispunten en bochten. Het verkeer was niet druk. De snelheidsbeperkingen wijzigden in de loop van het traject en de deelnemer werd daar ook via verkeersborden aan herinnerd.

Op een willekeurige en gebalanceerde manier kreeg de bestuurder verkeerssituaties voorgelegd die als 'riskant' en potentieel 'kritiek' kunnen worden bestempeld, terwijl hij of zij daar navigatiegegevens bij kreeg:

- een voertuig dat het zicht op een naderend rondpunt belemmert;
- een voertuig dat het zicht op een naderende bocht belemmert;
- een voertuig dat vertraagt op het ogenblik dat de gps een rij-instructie 'pusht' naar de bestuurder;
- een traag voertuig dat uit een bocht komt;
- een voertuig dat zijn doorgang op een kruispunt 'forceert'.

De onderzoeksplan kan weergegeven worden als: 35 deelnemers * 2 systemen (HUD en HDD)

De parcouurstijd voor elk traject bedroeg ongeveer 15 minuten (7 km tegen een gemiddelde snelheid van 30km/u, vanwege de rotondes op het parcours).

De effecten van beide systemen werden geëvalueerd op relevante rijparameters voor de verkeersveiligheid, in normale rijomstandigheden en in gevaarlijkere situaties voor motorrijders.

De experimentele maten omvatten rijgegevens (gemiddelde/standaardafwijking van de snelheid, standaardafwijking van de laterale positie – metingen waarop afleiding een invloed kan hebben (Papantoniou et al., 2015) – en subjectieve gegevens (hoe werd het rijden ervaren, de mentale belasting en beoordeling van de systemen).

3.3.5 Procedure

Het experiment omvatte een sessie van ongeveer 1u30.

Elke deelnemer werd individueel onthaald door de onderzoekers, op de hoogte gebracht van het verloop van het onderzoek. Zij kregen ook een 'informatieve nota over het onderzoek'. Nadien werd telkens het formulier over de 'vrije en geïnformeerde toestemming' tot deelname ondertekend en werd een evenwichtstest afgelegd. De volgende stap bestond uit een sessie om vertrouwd te raken met de simulator (gedurende ongeveer een kwartier vrij 'rondrijden' op een bepaald wegennet, gevolgd door een rustfase van ongeveer 5 minuten).

Het afleggen van de experimentele test zelf omvatte volgende stappen:

- deelnemer betreedt de zaal met de motorsimulator en de onderzoeker leest de uniforme instructies luidop voor,
- deelnemer vult een algemene vragenlijst in (demografische en rijgerelateerde gegevens),
- deelnemer legt het eerste experimentele traject af,
- 5 minuten pauze met invullen van de vragenlijsten naar mentale belasting en simulatorziekte,
- deelnemer legt het tweede experimentele traject af,
- invullen van de vragenlijsten naar mentale belasting en simulatorziekte
- invullen van de vragenlijst naar 'aanwezigheid' (*présence*) in de simulator,
- tot slot neemt de proefpersoon deel aan een kort evaluatiegesprek.

Tijdens de experimentele ritten dienden de deelnemers hun traject af te leggen op een natuurlijke manier en zonder het verkeersreglement te overtreden.

De volgorde van de gebruikte technologie (HUD of HDD) per rit en het vertrekpunt in de scenario's (2) werden tussen en binnen de deelnemers gecontrabalanceerd om volgorde-effecten tot het minimum te herleiden.

Voor ze vertrokken dienden de deelnemers nog een tweede keer een evenwichtstest af te leggen om zeker te zijn dat men veilig naar huis kon gaan. Indien er nog evenwichtsproblemen waren ten gevolge van de deelname, werd aangeraden nog even te blijven en te rusten, om terug te keren naar een 'normale' toestand.

3.3.6 Gegevensverwerking en analyse

De relevante trajectzones voor de analyse werden geselecteerd uit de ruwe data:

- 4 'blinde' bochten bij een snelheidslimiet van 50 km/u (i.e. de bestuurder kon de geometrie van de bocht niet identificeren – dit was gemaskeerd door de context)
- 4 'kruispunten' bij een snelheidslimiet van 50 km/u (rotondes en kruisingen)

Momenten van 'controleverlies' (vallen of ongevallen) werden geïdentificeerd wanneer de 'snelheidsgegevens' langer dan 3 seconden gelijk zijn aan 0 km/u. De snelheidsgegevens die aan controleverlies gekoppeld zijn, werden verwijderd tot de snelheid van de deelnemer opnieuw 80% van zijn oorspronkelijke snelheid (van vóór het controleverlies) bedraagt. De gemiddelden en de standaardafwijkingen van de snelheid en de laterale baanpositie werden berekend in een voortschrijdend (glijdend) venster van 3 s (60 in totaal). De gegevens van de eerste drie seconden van de ritten werden verwijderd (niet-relevante waarden omdat ze samenhangen met het vertrek). De geaggregeerde gemiddelden en standaardafwijkingen van de snelheden en de laterale positie per zone / deelnemer / afgelegd traject (experimentele conditie) werden berekend.

Voor de analyse van de gegevens van de simulator werden de geaggregeerde gemiddelden en standaardafwijkingen eerst berekend voor elke relevante zone. Daarna werden in SPSS 22 ANOVA's met herhaalde metingen uitgevoerd. De conditie (HUD/HDD) en de zone werden daarbij gedefinieerd als intra-subjectfactoren en de snelheid (gemiddelde en standaardafwijking van snelheid) en standaardafwijking van de positie op de weg als afhankelijke variabelen.

In SPSS 25 werden t-toetsen voor gepaarde steekproeven (normale distributie, gebaseerd op de normaliteitstest van Shapiro Wilk) en non-parametrische Wilcoxon signed-rank testen (niet normaal verdeelde variabelen) gebruikt om de vragenlijstdata van de twee condities (HUD/HDD) te vergelijken (NASA TLX, SSQ, subjectieve beoordeling van het rijden).

Als de verschillen tussen de waarden een significantieniveau bereikten van $p \leq 0,01$ en $p \leq 0,05$, duiden we dat aan met een '**' en met een '*'. Randsignificantie (p tussen 0,05 en 0,07) werd aangeduid met '(*)' (marginaal significant).

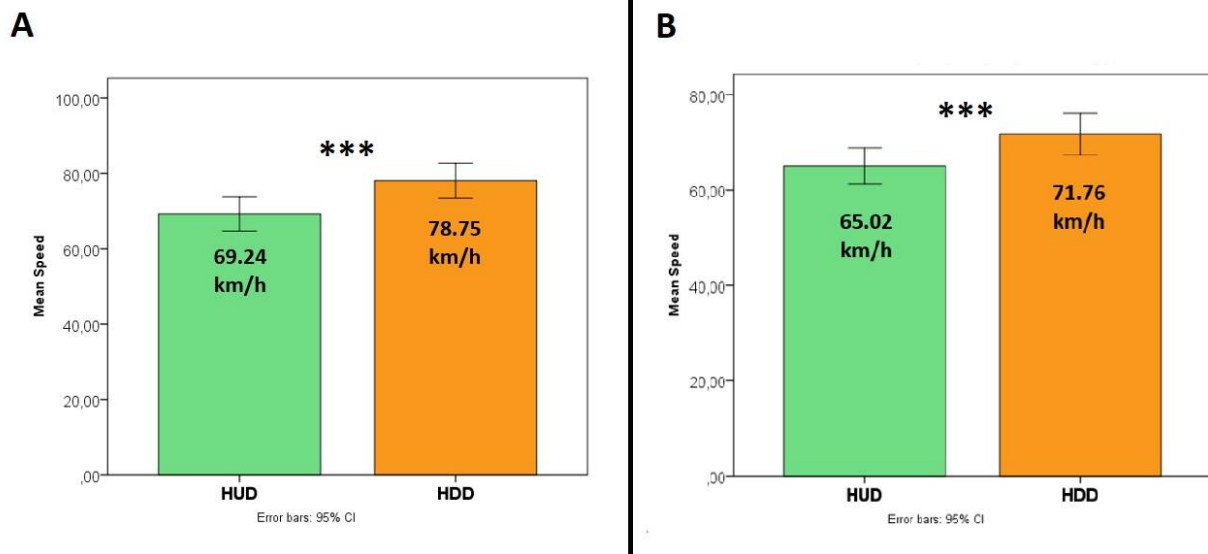
Voor de twee overige vragenlijsten (vragenlijst naar het gevoel van 'Aanwezigheid' en 'Mening na deelname') worden descriptieve resultaten gepresenteerd.

3.3.7 Resultaten

3.3.7.1 Rijdata

Gemiddelde snelheid

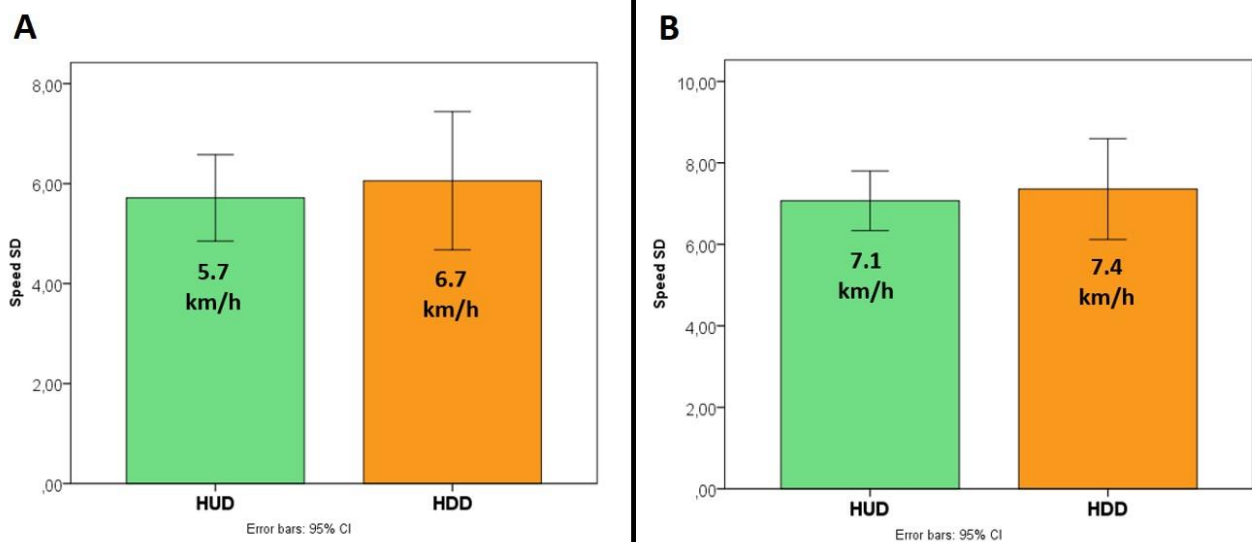
In SPSS werd een ANOVA met herhaalde metingen uitgevoerd met als intra-subjectfactoren het type weergave (HUD/HDD) en de zone (de betreffende zones zijn beperkt tot die met 50 km/u limiet). We onderzochten de gemiddelde snelheid in de 4 zones met gemaskeerde bochten (Fig. 9A) en de 4 zones met kruispunten (Fig. 9B). De resultaten wijzen op een significant hoofdeffect voor het type weergave in beide analyses (bochten: $F(33) = 19,51$, $p < 0,001$; kruispunten: $F(33) = 15,81$, $p < 0,001$). Dit toont aan dat de gemiddelde snelheid significant lager was bij de head-up-weergave (bochten $M = 69,24$ km/u, $SA = 13,07$; kruispunten $M = 65,02$ km/u, $SA = 10,91$) vergeleken met head-down-weergave, ongeacht het type zone (bochten $M = 78,75$ km/u, $SA = 13,28$; kruispunten $M = 71,76$ km/u, $SA = 11,96$).



Figuur 9 A en B - Gemiddelde snelheid (km/u) bij HUD- versus HDD-weergave in bochten (A) en aan kruispunten (B)

Standaardafwijking van de snelheid

In SPSS werd een ANOVA met herhaalde metingen uitgevoerd, met als intra-subjectfactoren het type weergave (HUD/HDD) en de zone (betreffende zones zijn beperkt tot die met 50 km/u limiet). We onderzochten de standaardafwijking van de snelheid in de 4 zones met bochten en bij de 4 kruispunten (respectievelijk Fig. 10A en 10B). Beide analyses lieten geen enkel significant hoofdeffect zien voor het type weergave (bochten: $F(33) = 0,35$, $p > 0,05$; kruispunten: $F(33) = 0,29$, $p > 0,05$). Dit toont aan dat de standaardafwijking van de snelheid bij head-up-weergave gelijkaardig was in gemaskeerde bochten en aan kruispunten (bochten $M = 5,7$ km/u, $SA = 2,5$; kruispunten $M = 7,1$ km/u, $SA = 2,1$) vergeleken met de head-down-weergave (50 km/u $M = 6,7$ km/u, $SA = 5,3$; kruispunten $M = 7,4$ km/u, $SA = 3,6$). Dit wijst erop dat de gemiddelde snelheid in geen van de beide weergavecondities een aanzienlijke variatie vertoonde.

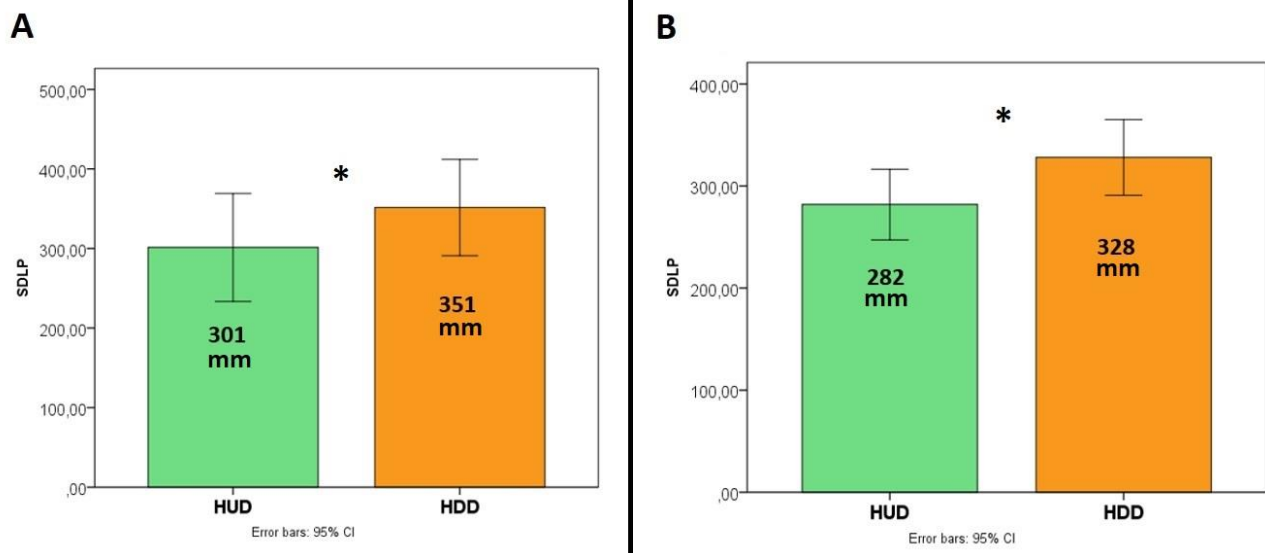


Figuur 10 A en B - Standaardafwijking van de snelheid (km/u) bij HUD- versus HDD-weergave in bochten (A) en aan kruispunten (B)

Standaardafwijking van de laterale positie

In SPSS werd een ANOVA met herhaalde metingen uitgevoerd met als intra-subjectfactoren het type weergave (HUD/HDD) en de zone (betreffende zones zijn beperkt tot die met 50 km/u limiet). We onderzochten de standaardafwijking van de laterale baanpositie in de 4 zones met bochten en in de 4 kruispuntzones, respectievelijk Fig. 11A en 11B). Beide analyses tonen een significant hoofdeffect aan voor het type weergave

(bochten: $F(33) = 4,99$, $p < 0,05$; kruispunten: $F(33) = 5,21$, $p < 0,05$). Dit betekent dat de standaardafwijking van de laterale positie significant kleiner was bij head-up-weergave (bochten $M = 301\text{mm}$, $SA = 270\text{mm}$; kruispunten $M = 282\text{mm}$, $SA = 154\text{mm}$) dan bij de head-down-weergave (bochten $M = 351\text{mm}$, $SA = 228\text{mm}$; kruispunten $M = 328\text{mm}$, $SA = 175\text{mm}$) en dat ongeacht het type zone.



Figuur 11 A en B - Standaardafwijking van de laterale positie (mm) bij HUD- versus HDD-weergave in bochten (A) en aan kruispunten (B)

Controleverlies

Het aantal situaties van controleverlies, valpartijen of ongevallen, bedroeg 10 bij de head-up-weergave en 15 bij head-down weergave. We hebben getest of dit verschil significant is door gebruik te maken van de Wilcoxon signed-rank test in SPSS. Dit toonde aan dat het verschil tussen beide condities niet significant was ($Z = -.691$, $p > 0,05$).

3.3.7.2 Vragenlijstdata

Gevoel van aanwezigheid in de simulator

De meeste deelnemers hebben hun aanwezigheid in de virtuele omgeving van de simulator als hoog beoordeeld. Ze vermeldden een vrij hoog niveau van immersie in de motorsimulator en de scenario's, met een gemiddelde score van 109,4 ($SA = 21,34$), wat licht boven de norm ligt ($M = 104,39$, $SA = 18,99$).

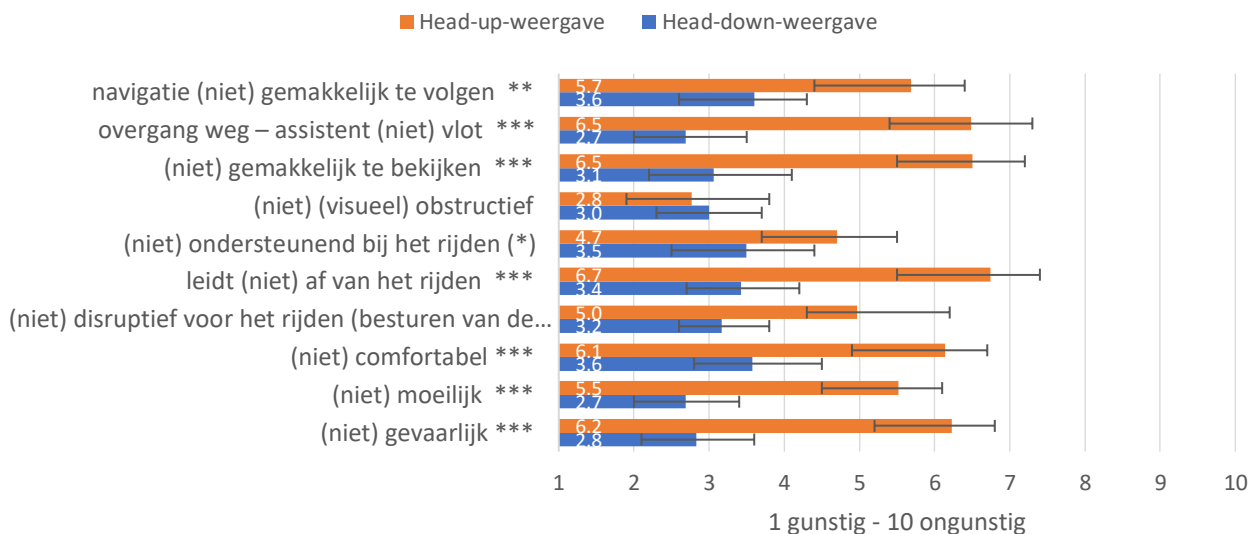
Subjectieve beoordeling van het rijden

Na elk traject werden de deelnemers ondervraagd over hoe ze het gebruik van het weergavesysteem (HUD/HDD) hadden ervaren en dat op 10 parameters: al dan niet gevaarlijk, moeilijk, comfortabel, storend voor het rijden (besturen van de motor), afleidend voor het rijden (concentratie), ondersteunend bij het rijden, obstructief (visueel), display gemakkelijk te bekijken, vlotte overgang baan-display, navigatie gemakkelijk te volgen. Ze moesten een kruisje (x) zetten op een schaal van 1 (gunstig) tot 10 (ongunstig). We geven de resultaten weer in Tabel 4 en Figuur 12.

Tabel 4 Subjectieve beoordeling van HUD- en HDD-weergave, van 1 (gunstig) tot 10 (ongunstig) (M-gemiddelde, SA-standaardafwijking). De significante verschillen op de t-toets voor gepaarde steekproeven en op de Wilcoxon signed-rank test zijn aangeduid met *** ($p \leq 0,001$); ** ($p \leq 0,01$), * ($p \leq 0,05$). Randsignificantie (p tussen 0,05 en 0,07) is aangeduid met '(*)'.

	HUD		HDD	
	M	SA	M	SA
niet gevaarlijk (1) – gevaarlijk (10) **	2,8	2,1	6,2	2,2
niet moeilijk (1) – moeilijk (10) **	2,7	1,8	5,5	2,2
comfortabel (1) – niet comfortabel (10) **	3,6	2,3	6,1	2,6

niet disruptief voor het rijden (besturen van de motor) (1) – disruptief (10) ***	3,2	1,7	5,0	2,6
leidt niet af van het rijden (concentratie) (1) – afleidend (10) **	3,4	2,1	6,7	2,8
ondersteunend bij het rijden (1) – niet ondersteunend (10) (*)	3,5	2,8	4,7	2,5
niet obstructief (visueel) (1) – obstructief (10)	3,0	1,9	2,8	2,6
gemakkelijk te bekijken (1) – niet gemakkelijk te bekijken (10) ***	3,1	2,5	6,5	2,4
overgang 'weg - assistent' vlot (1) – geen vlotte overgang (10) ***	2,7	1,9	6,5	2,6
navigatie gemakkelijk te volgen (1) – navigatie niet gemakkelijk te volgen (10) **	3,6	2,5	5,7	2,9



Figuur 12 - Subjectieve beoordeling van HUD- en HDD-weergave, (1-gunstig tot 10-ongunstig) (gemiddelde, 95% betrouwbaarheidsinterval) De significante verschillen op de t-toets voor gepaarde steekproeven en op de Wilcoxon signed-rank test zijn aangeduid met *** ($p \leq 0,001$); ** ($p \leq 0,01$), * ($p \leq 0,05$). Randsignificantie (p tussen 0,05 en 0,07) is aangeduid met '(*)'.

De scores van de HUD-conditie situeren zich volledig aan de gunstige kant van de schaal, terwijl de meeste scores voor de HDD zich eerder aan de ongunstige kant bevinden.

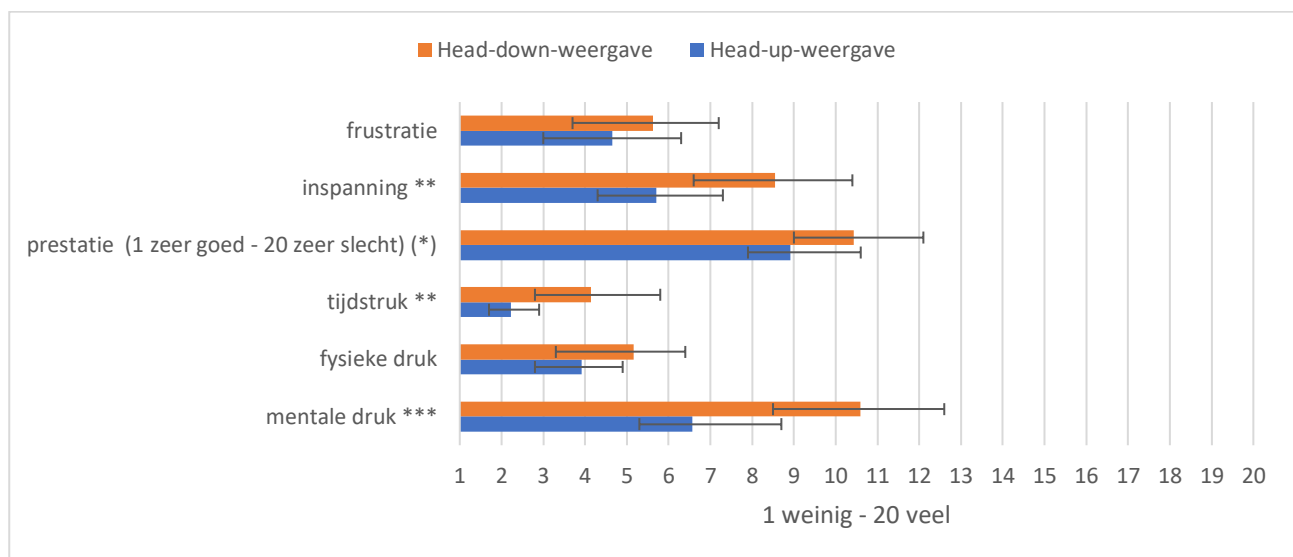
De scores verschillen significant in het voordeel van de HUD-conditie. Vergeleken met rijden met een HDD-systeem oordeelden de deelnemers dat rijden met een head-up-weergave significant minder gevaarlijk ($Z = -4,408$; $p = 0,000$), minder moeilijk ($Z = -4,02$; $p = 0,000$), minder verstorend (voor het rijden) ($T(34) = -3,484$; $p = 0,001$), minder afleidend ($Z = -4,068$; $p = 0,000$) en comfortabeler ($Z = -3,453$; $p = 0,001$) is. Daarenboven werd de HUD-weergave gepercipieerd als significant beter te zien ($t(33) = -5,582$; $p = 0,000$), met een significant gemakkelijkere verschuiving van de visuele aandacht tussen het display en de baan ($t(34) = -6,856$; $p = 0,000$). De deelnemers vonden ook de navigatie significant gemakkelijker te volgen met een HUD ($t(34) = -3,374$; $p = 0,002$). Tot slot werd het HUD beoordeeld als een betere rijhulp dan de HDD, maar dat onderscheid was randsignificant ($t(33) = -1,845$; $p = 0,07$). Er kon geen significant verschil vastgesteld worden wat betreft de visuele hinder: de beide systemen gingen gepaard met weinig visuele hinder ($Z = -0,960$; $p = 0,34$).

Taaklast (NASA TLX)

Na elke rit werd van elke deelnemer de werklastindex (NASA TLX) bepaald, om zicht te krijgen op de zelf waargenomen vereiste inspanning onder beide condities. De vragenlijst is gericht op 6 dimensies: mentale druk, fysieke druk, tijdsdruk, prestatie, inspanning, frustratie. Tabel 5 en Figuur 13 geven de resultaten weer.

Tabel 5 Beoordeling van taakbelasting na het rijden met HUD- en HDD-weergave (M-gemiddelde, SA-standaardafwijking). De significante verschillen op de t-toets voor gepaarde steekproeven en op de Wilcoxon signed-rank test zijn aangeduid met *** ($p \leq 0,001$); ** ($p \leq 0,01$), * ($p \leq 0,05$). Randsignificantie (p tussen 0,05 en 0,07) is aangeduid met '(*)'.

	HUD		HDD	
	M	SA	M	SA
mentale druk (1 weinig - 20 veel) ***	6,6	4,7	10,6	5,6
fysieke druk (1 weinig - 20 veel)	3,9	3,0	5,2	4,7
tijdsdruk (1 weinig - 20 veel) **	2,2	1,6	4,1	4,0
prestatie (omgekeerde schaal: 1 zeer goed - 20 zeer slecht) (*)	8,9	3,8	10,4	4,2
inspanning (1 weinig - 20 veel) **	5,7	4,1	8,5	5,4
frustratie (1 weinig - 20 veel)	4,7	4,3	5,6	5,2



Figuur 13 - Beoordeling van taaklast na rijden met HUD- en HDD-weergave (gemiddelde, 95% betrouwbaarheidsinterval). De significante verschillen op de t-toets voor gepaarde steekproeven en op de Wilcoxon signed-rank test zijn aangeduid met *** ($p \leq 0,001$); ** ($p \leq 0,01$), * ($p \leq 0,05$). Randsignificantie (p tussen 0,05 en 0,07) is aangeduid met '(*)'.

Op descriptief vlak bevinden de gemiddelde scores op de NASA TLX zich in de lage werklust zone (onder het gemiddelde niveau). Daarnaast wordt de werklust duidelijk lager bevonden bij het rijden met een HUD dan met een HDD.

Volgens de deelnemers vroeg het rijden met een HUD beduidend minder inspanning ($t(34) = -2,987$; $p = 0,005$) en waren de mentale druk ($t(34) = -3,549$; $p = 0,001$) en de tijdsdruk ($Z = -2,688$; $p = 0,007$), significant lager dan bij het rijden met een HDD. De zelf ingeschatte rijprestatie was beduidend hoger bij gebruik van een HUD, maar de significantie van dat verschil was marginaal ($t(34) = 1,853$; $p = 0,073$).

Simulatorziekte (SSQ)

Vóór en na het afleggen van elke rit moesten de deelnemers aangeven in welke mate ze symptomen ondervonden van simulatorziekte (zie onderstaande lijst). Dit deden ze op een schaal van 0 tot 4 (0 = niet aanwezig, 1 = licht aanwezig, 2 = redelijk aanwezig, 3 = sterk aanwezig):

- Onbehaaglijk gevoel
- Vermoeidheid
- Hoofdpijn
- Belasting van ogen
- Slaperig / suf gevoel
- Moeite met scherp zien

- De hoeveelheid speeksel neemt toe
- Zweten (*)
- Misselijkheid
- Droge mond
- Moeite met concentreren
- Gevoel van 'vol hoofd'
- Wazig of troebel zien
- Duizeligheid met open ogen
- Duizeligheid met gesloten ogen
- Oriëntatieverlies
- Duidelijk de maag voelen
- Boeren (moeten) laten

Wat de antwoorden op de vragenlijst 'simulatorziekte' betreft, konden geen significante verschillen worden vastgesteld na het rijden met een HUD of een HDD (Wilcoxon signed-rank test, SPSS 25).

'Meningen na deelname'

Aan het einde van de deelname werd naar de mening van de deelnemers gevraagd over het HUD. Tabel 6 geeft de resultaten weer.

Tabel 6 Opinie over de bij de studie gebruikte HUD en over de HUD-technologie in het algemeen (%)

	Veiliger	Minder veilig	Geen mening
De HUD-weergave die u net gebruikt heb, is, volgens u, een oplossing die het motorrijden ... zal maken.	80%	3%	17%
HUD technologie (in het algemeen) kan, volgens u, een oplossing zijn om het motorrijden ... te maken.	91%	3%	6%

Een grote meerderheid van de deelnemers heeft een gunstige mening over het gebruikte HUD-systeem en over HUD-technologie in het algemeen bij het motorrijden, ook al is deze mening duidelijk sterker aanwezig voor HUD-technologie in het algemeen dan voor het specifieke systeem dat in deze studie gebruikt werd.

Tot slot werd aan de deelnemers gevraagd of ze opmerkingen hadden over het onderzoek of over hun deelname. Tabel 7 geeft een overzicht van deze feedback.

Tabel 7 Feedback over de studie en de deelname

Feedback over het HUD		
Positief	Negatief	Voorstellen / vragen
Overtuigend en aangenaam HUD-systeem	Idealiter moet het 'head-up-display' goed boven de gezichtslijn geplaatst worden om niet voortdurend te storen of de aandacht te trekken op wat weergegeven wordt. Zo blijft een goed uitzicht op de omgeving behouden. Minder informatie in de 'head-up-weergave' ten opzichte van de gps (gps geef zicht op het parcours, naast de te volgen richting aan het volgende kruispunt)	Fellere kleuren gebruiken voor de weergave. De bevestiging aan de helm herbekijken.
Snelle aanpassing (aan het systeem)	Het HUD biedt te weinig informatie bij de navigatie. Het verloop van de baan ontbreekt zodat niet (voor een grotere veiligheid) geanticipeerd kan worden op bochten.	Zou wellicht beter aangepast zijn indien rechtstreeks in het vizier geprojecteerd.

De 'head-up-technologie' is zeer belangrijk bij motoren, meer nog dan bij auto's, omdat het risico groter is. Ik gebruik mijn gps zeer zelden, vanwege het risico. Ik gebruik hem enkel als ik geen keuze heb. De 'head-up-technologie' bevalt me omdat ze veilig aanvoelt.		Hoe past het systeem zich aan bij bewaseming?
Aanvankelijk dacht ik dat het systeem wat storend zou werken, maar na enkele seconden al viel het niet meer op en leek het alsof mijn helm er altijd al mee uitgerust was.		Ik denk dat 'head-up-weergave rechtstreeks in het gezichtsveld (van het type dat 'jachtpiloten' gebruiken) gunstiger zou zijn voor de veiligheid van het motorrijden.
Aangenaam verrast door dit systeem dat je de essentiële informatie aanreikt terwijl je toch op de weg let. Het wordt snel een reflex om er even naar te kijken, net zoals in de achteruitkijkspiegel van een wagen.		Het pictogram 'rechtdoor' op het head-up-scherf is gebogen, wat verwarrend kan zijn bij bepaalde kruispunten. De positionering bovenaan is minder natuurlijk (wijzerplaat op de motor bijv.)
De 'head-up-weergave' is enigszins storend tijdens de aanpassing (ontdekken, aandacht getrokken door de projectie) maar vervolgens aangenaam en functioneel. Bovendien kun je de ogen op de weg houden, anders dan bij weergave aan het stuur.		
Als het goed geplaatst is stoort het systeem minder dan ik had gedacht.		
Uitstekende indruk en aanvoelen van het head-up-systeem. Maakt komaf met het 'jongleren' tussen stuur/meters en de weg.		
Het apparaat is gemakkelijker te transporteren dan de gps die geïnstalleerd en verwijderd moet worden.		
Feedback over de simulator, de scenario's, de testervaring		
Er was geen helm in mijn maat (XL), wat mij wel wat hinderde. De reacties van de simulator zijn soms verrassend.		
Onvoldoende signalen bij het naderen van een rotonde. Dat is wat verwarrend.		
De versnellingen moeten afgesteld worden. De gevoeligheid van de motor moet geregeld worden.		
Interessante simulatie, maar met indrukken die ver staan van de realiteit. Natuurlijke automatisen gaan verloren.		
De flikkeringen en de springende beelden, onder meer aan de rotondes, zijn zeer storend.		
Het gebrek aan realisme van de simulator (remmen doseren, niet-realistische middelpuntvliedende kracht met tegensturen) moet nogal wat motorrijders in de war brengen en doet dus afbreuk aan de objectiviteit over het gebruik van de head-up. Het oefencircuit is hetzelfde als voor de test. Dit wil zeggen dat de tester eerder zijn geheugen gebruikt en niet zozeer het navigatiesysteem.		
In het begin is de omgang met de simulator wat verwarrend.		
Met de simulator kunnen de systemen niet echt getest worden, omdat dit te ver af staat van hoe het rijden met een motor in werkelijkheid echt aanvoelt.		
De simulator gedraagt zich soms overdreven, onder meer hoe het stuur 'aanvoelt'.		
Het stuur is te gevoelig.		
Het head-up-systeem moet in reële omstandigheden getest worden.		
Tests in reële omstandigheden zouden meer zeggen, aangezien men zich aan de simulator moet aanpassen, hetgeen een grotere concentratie vergt dan in reële omstandigheden.		
Werkelijke aanpassing aan de helm en buiten.		
Het rijden 'op het stuur' en niet door de motor te kantelen, is anders dan in werkelijkheid.		
Het systeem is zeker interessant maar het zou verstandig zijn om dit ook te testen in reële omstandigheden, met een panel van testers die dagelijks rijden.		
Is het mogelijk om het gedrag van de motor realistischer te maken?		
Interessante ervaring.		
Feedback over het HDD		
Head-down-gps op het stuur lijkt me gevaarlijker dan bij mijn motor (BMW) het geval is, waar hij duidelijk hoger staat, in het onderste gedeelte van mijn gezichtsveld		
Het gebruik van de zogeheten 'head-down', de gps, leek me gemakkelijker, vanwege al eerder enkele keren gebruikt in reële omstandigheden		

3.3.8 Synthese en beperkingen van de resultaten

Dit intra-subjectonderzoek op de motorsimulator was een pilootstudie gericht op het evalueren van het effect van het gebruik van een (in de helm geïntegreerde) HUD, ten opzichte van het gebruik van een HDD

(smartphone op het dashboard), die informatie geven over de navigatie (te volgen weg) en de snelheid (gereden en toegelaten snelheid) in rijomstandigheden op bochtige voorstadswegen. De effecten werden geanalyseerd op verschillende parameters van het rijgedrag die met verkeersveiligheid te maken hebben en op een aantal subjectieve parameters.

We moeten om te beginnen onderstrepen dat de resultaten van deze pilootstudie enkel betrekking hebben op de huidige experimentele opzet. Het ging om een specifieke motorsimulator, scenario's die voor dit onderzoek werden ontwikkeld en het gebruik van specifieke HUD- en HDD-systemen (specifieke systemen, software, inhoud en weergave). **De verkregen resultaten kunnen dus niet veralgemeend worden naar andere HUD- en HDD-systemen en situaties in de realiteit.**

Omtrent het opzet van het onderzoek kunnen we de volgende conclusies trekken:

- De meerderheid van de deelnemers (80%) denkt gunstig over de specifieke technologie voor motoren en vindt dat "[Nieuwe] technologieën kansen bieden om het verkeer veiliger, ecologischer en vlotter (minder files) te maken. Ze vormen een oplossing voor een voortdurend toenemende vraag naar mobiliteit." Het is mogelijk dat bij dit onderzoek een *sampling bias* gespeeld heeft, in die zin dat personen die positiever staan tegenover nieuwe technologieën gemakkelijker geneigd waren om deel te nemen aan dit soort onderzoek. Dit kan ook een invloed hebben gehad op de subjectieve resultaten van deze studie. Als we echter de genuanceerde antwoorden lezen van de deelnemers aan de testen op de weg, waarbij 90% van de respondenten gunstig bleek te staan tegenover de technologie, kunnen we concluderen dat deze bias naar alle waarschijnlijkheid beperkt is.
- Het gevoel van immersie in de motorsimulator en in de scenario's was vrij goed. De rijervaring in de simulator kan dus beschouwd worden als een valabele weergave van het rijden in reële omstandigheden.

Uit de analyse van de rijdata blijkt het volgende:

- **De gemiddelde rijnsnelheid lag significant lager en de snelheidslimiet werd beter nageleefd** in onoverzichtelijke bochten en op kruispunten, **in de HUD-conditie** tegenover in de HDD-conditie. We kunnen aannemen dat de snelheidslimiet toegankelijker was of sneller of gemakkelijker te raadplegen was met het HUD dan met het HDD.
- De variatie in gereden snelheid verschilde niet significant naargelang het gebruikte systeem. Dit geeft aan dat **de snelheid bij het rijden met het HUD constant lager lag en dichter bij de wettelijke snelheidslimiet** lag dan met het HDD.
- De variatie in de positie op de baan in onoverzichtelijke bochten en aan kruispunten lag significant lager met het HUD. Dit wijst op **een betere stabiliteit van de baanpositie met het HUD** ten opzichte van met de HDD, mogelijk als gevolg van het sneller verkrijgen van de informatie. Dat toont ook aan dat **het rijgedrag met het HUD beter aangepast was**, ook al geeft het systeem, in tegenstelling tot het HDD, geen informatie over de geometrie van de weg.

Het aantal 'controleverliezen' (vallen of ongevallen) lag 50% hoger met de HDD dan met het HUD, maar dat verschil is niet significant. In het algemeen vertonen de rijresultaten met de simulator met een HUD dan wel een HDD significante verschillen in het voordeel van het HUD, voor de parameters die met veiligheid verband houden.

De subjectieve beoordeling van de deelnemers is in overeenstemming met de objectieve resultaten:

- Vergeleken met het rijden met een HDD, werd **rijden met een HUD beoordeeld als significant minder gevaarlijk, minder moeilijk, minder verwarrend, minder afleidend, comfortabeler, gemakkelijker te bekijken en een betere ondersteuning bij het rijden.**
- De **visuele aandacht verdelen** tussen het systeem en de baan werd beschouwd als **significant gemakkelijker** met het HUD en men vond ook de **navigatie gemakkelijker te volgen** met dit systeem.
- Volgens de deelnemers, vergt het **rijden met het HUD significant minder moeite en gaat het met minder mentale en tijdsdruk gepaard** dan rijden met een HDD.
- Ook de **eigen inschatting van de rijprestatie was beter** met een HUD.

- **Voor 80% van de deelnemers, is het HUD-systeem dat ze net gebruikt hadden een oplossing die het motorrijden veiliger zal maken** (17% zonder mening, 3% minder veilig).
- Tot slot lag de perceptie van de kwaliteit van de 'voor het onderzoek gebruikte' HUD iets lager dan die met betrekking tot HUD-technologie 'in het algemeen', wat aangeeft dat de deelnemers wel mogelijkheden tot verbetering zien voor de gebruikte HUD.

3.3.9 Beperkingen van de studie

In het kader van dit pilootonderzoek kwamen verschillende beperkingen naar voren:

- De visuele inhoud van de gebruikte HUD- en HDD-systemen verschilde. Bij de HDD gaf de navigatie ook de geometrie van de weg aan, terwijl in het HUD enkel de pijlen werden opgegeven, zonder rekening te houden met de geometrie van de weg. De vastgestelde verschillen kunnen dus ook te maken hebben met de verschillende inhoud (bovenop de verschillende positie). Niettemin werd de vergelijking gemaakt met toestellen die momenteel op de markt zijn, zodat de huidige situatie op een realistische manier weerspiegeld werd in deze studie.
- Het rijden met de simulator verschilt van het rijden met een echt voertuig. De simulatie van het 'motorrijden' is beduidend complexer dan bij 'autorijden', gezien 1) de natuurlijke instabiliteit van G2W en de constante manoeuvres die nodig zijn om een traject af te leggen, 2) de sterke dynamiek van het voertuig en 3) het feit van de ontbrekende bescherming tegen de elementen en vooral het gevoel van de wind die met de snelheid samenhangt en buiten het gebruik van een windtunnel niet na te bootsen valt. We merken echter op dat de simulator als relatief goed werd beoordeeld. Uit de vragenlijsten kunnen verbeterpunten naar voren gehaald worden.
- Het simuleren van een virtuele verplaatsing doet de vraag rijzen naar 'misleiding' van gps-lokalisatiesystemen en naar het bestaan van databases met geografische 3D-referentiegegevens van voldoende kwaliteit om rijsimulaties op te baseren. Navigatie-apps maken immers almaar meer gebruik van cartografisch materiaal dat 'gaandeweg' gedownload wordt en dat per definitie representatief is voor het bestaande wegennet. Het rijden op die virtuele wegen stelt geen problemen, hetgeen niet het geval is voor navigatie. Deze moeilijkheid heeft het team van de UGE ertoe aangezet om gebruik te maken van een 'open-source' navigatiesoftware die aangepast werd met het oog op het gebruik ervan in de simulator, maar die software had beperktere functies dan de commerciële toepassingen die de proefpersonen doorgaans gebruikten. Die beperking kan pas opgeheven worden door het gebruik van databases met geografische 3D-referentiegegevens die een bestaand wegennet weergeven.
- We kunnen een eventueel effect van *sampling bias* of van sociale wenselijkheid niet uitsluiten, op zijn minst voor de subjectieve resultaten, aangezien de personen in de steekproef mogelijk gunstiger stonden tegenover nieuwe technologieën. Bovendien kunnen bepaalde deelnemers gedacht hebben dat het onderzoeksteam niet helemaal onafhankelijk was ten opzichte van de leverancier van de HUD-technologie, en om die reden een positievere feedback gegeven hebben over het HUD. In toekomstig onderzoek moet dergelijke bias maximaal onder controle gehouden worden.

3.3.9.1 Aanvullende studies

Deze pilootstudie heeft ons veel informatie opgeleverd over verder uit te diepen aspecten van het onderzoek, naast gegevens om dit soort van studies te optimaliseren en de onderzoeksvragen te verfijnen:

- Wat betreft de rekrutering/steekproeftrekking van deelnemers zou het goed zijn om rekening te houden met informatie over:
 - De algemene opvatting over HUD-technologie, om elke vorm van sampling bias te vermijden.
 - Het huidige gebruik van HDD (apparatuur, software, frequentie, ...), om de bestaande ervaring van de testers met HDD mee in de analyse op te nemen.
- Het onderzoeksteam moet de nadruk leggen op de totale onafhankelijkheid ten opzichte van de leverancier van specifieke apparatuur, om eventuele effecten van sociale wenselijkheid te vermijden.

- Het scenario, de programmaties en de inhoud van het systeem zijn nog voor verbetering vatbaar.
- Voor een vollediger vergelijking van de navigatiesituaties in het werkelijke leven kunnen toekomstige studies ook een controlesituatie inbouwen waarbij tijdens het rijden geen enkel toestel gebruikt wordt (bepaalde bestuurders checken bijv. wegenkaarten vooraf en tijdens een stop).
- De weergegeven inhoud op de displays was in deze studie eerder beperkt. Om de impact van toekomstige infotainmentsystemen te meten, is het zeer wenselijk om een studie uit te voeren met prototypes van systemen die niet alleen navigatie aanbieden maar ook telefoneren, muziek (en het beheer van de beluisterde fragmenten), tot zelfs uitwisseling op sociale netwerken. Recent onderzoek van TRL (VK) toont de extreem negatieve impact aan van dat soort functionaliteiten op het autorijden (Ramnath et al., 2020). Meer dan waarschijnlijk is die negatieve impact bij motorrijden nog groter, en accidentologisch gezien dus bijzonder problematisch. Meer onderzoek is bijgevolg nodig om de publieke besluitvorming rond toekomstige regelgeving houvast te bieden maar ook om gebruikers te sensibiliseren en ontwerpers van dergelijke systemen bij te sturen.

4 Conclusies en aanbevelingen

Vias institute en de UGE hebben samengewerkt om de impact op het rijden te vergelijken van informatie die 'head-down' wordt weergegeven (smartphone op het stuur bevestigd) versus 'head-up' (weergave in de helm). De experimentele studie met de motorrij simulator heeft voordelen van de 'head-up'-weergave aangetoond.

Hoewel de resultaten van dit onderzoek, waarbij het systeem van de firma EyeLights werd gebruikt, in dit geval positief zijn, blijft de vraag bestaan of het mogelijk is om de verkregen resultaten te extrapoleren naar systemen waarbij andere keuzes werden gemaakt qua complexiteit van de aangeboden boodschappen.

Zoals eerder aangehaald, stelt de vraag van overbelasting van de te verwerken informatie zich in het kader van het motorrijden op bijzonder kritieke wijze. De vraag van de 'markt' stelt niet gerust, in die zin dat gebruikers vragende partij zijn voor meer functionaliteiten (EyeLights liet ons weten dat de volgende versie van hun systeem, op vraag van klanten, de mogelijkheid zal bieden om een kopie te projecteren van het scherm van de smartphone. In dat geval komen we een stap dichterbij de systemen die in auto's geïntegreerd worden. Die maken het gebruik mogelijk (en helaas ook waarschijnlijk) van e-mail en sociale netwerken.)

Vragen die we ons stellen, zijn onder meer:

- Wie zijn de gebruikers die tijdens het rijden een beroep doen op geconnecteerde tools (en om welk type tools gaat het) en wie zijn diegenen die afzien van het gebruik ervan: kunnen we verschillen profielen bepalen? (o.a. met betrekking tot gepercipieerde efficiëntie, gevoel van onkwetsbaarheid, niet-ervaren van gevaar, types en categorieën van G2W, aantal jaren sinds het behalen van het rijbewijs, stedelijke mobiliteit of erbuiten, enz.);
- Welke motieven en behoeften worden naar voor geschoven om tijdens het rijden een beroep te doen op geconnecteerde tools en wat zijn eventuele remmingen en weerstanden?
- Welke keuzes maken de verschillende bestuurdersprofielen (type gemediatiseerde informatie en gebruik van de functionaliteiten) en waarom?
- Hoe verloopt de verwerking van de informatie op basis van het profiel van de bestuurders?
- Hoe werkt die informatie in op het gedrag (nemen van risico's) van bestuurders en de mate waarin zij rekening houden met de andere weggebruikers?

De doelgroep van de motorrijders zal op heel korte termijn geconfronteerd worden met een veelheid aan *infotainmentopties*. Daarom is **dringend onderzoek nodig naar hun cognitieve, motivatie-gerelateerde en contextueel gebonden functioneren** tijdens de interactie met dat soort systemen, met het oog op:

- het begrijpen van de strategieën die bestuurders hanteren om de verschillende informatiebronnen te verwerken;
- inzicht in de beperkingen die bestuurders zichzelf opleggen, afhankelijk van individuele situaties en profielen;
- het beoordelen van de impact op het (risico)gedrag voor zichzelf en voor anderen;
- het identificeren van de beperkingen in hoeveelheid en kwaliteit van de doorgegeven informatie (concurrerend beheer van de informatie),
- het formuleren van aanbevelingen voor wet- en regelgevers en voor constructeurs, alsook het opstellen van preventieboodschappen.

De auteurs van het rapport raden bijkomende onderzoeksactiviteiten aan om op termijn tot het volgende te komen:

- een methodiek voor het beoordelen van systemen voor G2W die in de helm zijn ingebouwd;
- identificatie van normgevende elementen voor specifieke infotainmentsystemen voor G2W.

Daartoe zijn de volgende elementen nodig:

- verklarende gegevens over de keuzes die bestuurders maken afhankelijk van de typologie (welke nieuwe functionaliteit selecteren en gebruiken ze, welk gebruik maken ze ervan, welke individuele risico's nemen ze, welke risico's leggen ze andere weggebruikers op), gegeven het feit dat het risico-gedrag op een subjectieve manier beoordeeld wordt door de bestuurder (gevoel van zelfeffectiviteit, gevoel van controle, geloof in eigen kunnen, enz.) maar ook op basis van objectieve metingen van het type tijd tot een botsing, tijd tot rijstrookoverschrijding, ...;
- kwantitatieve gegevens (van een grote steekproef) over de menselijke determinanten die de hang naar het gebruik van geconnecteerde tools tijdens het rijden verklaren;
- een typologie van de gebruikers die de grootste risico's nemen met betrekking tot het gebruik van digitale technologie;
- een rangschikking van de onderzochte functionaliteit volgens de modaliteiten van de interactie (visueel / auditief, mate van symboolgebruik in de visuele informatie) en volgens hun impact op het rijden (met inbegrip van het omgaan met de andere weggebruikers).
- de ontwikkeling van aangepaste G2W-interfaces voor 'head-up'-infotainmentsystemen bestemd voor de industriële actoren (demo-modellen).

5 Referenties

- Ablaßmeier, M., Poitschke, T., Wallhoff, F., Bengler, K., & Rigoll, G. (2007) Eye gaze studies comparing head-up and head-down displays in vehicles. Proceedings of International Conference on Multimedia and Expo (ICME), 2007 IEEE International Conference, p. 2250-2252.
- Baldanzini, N. & Delhayé, A. (2015) Intelligent Transport System for PTWs User Survey – A user priority rating of ITS for motorcycling. Annex 3 of the EC/MOVE/C4 project RIDERSCAN. Available at: http://www.fema-online.eu/riderscan/IMG/pdf/annex_3.pdf [Accessed June 15th 2020].
- BikeHUD: <http://www.bike-hud.com> [Accessed Sept. 18th 2019].
- BikeHUD - Adventure to Include Transparent Display and Front/rear HD Cameras (2016). Available at: http://www.gizmag.com/bikehud-adventure-motorcycle-hudheads-up-display/34894/?li_source=LI&li_medium=default-widget [Accessed July 16th 2019], In: Häuslschmid, R., Fritzsche, B. & Butz, A. (2018) Can a Helmet-mounted Display Make Motorcycling Safer? Proceeding of the IUI 2018 23rd International Conference on Intelligent User Interfaces, p. 467-476.
- Bougard, C., Davenne, D., Espié, S., Moussay, S. & Leger, D. (2015) Sleepiness, attention and risk of accidents in powered two-wheelers. Sleep Medicine Reviews, 25, p. 1-12.
- Cross Helmet: <https://www.crosshelmet.com/> [Accessed June 2020].
- De Gruyter, C., Truong, L.T., Nguyen, H.T.T. (2017) Who's calling? Social networks and mobile phone use among motorcyclists. Accident Analysis & Prevention, 103, p. 143-147.
- Delhayé, A., Marot, L. (2015) The European Motorcyclists Survey – A picture of Motorcycling in Europe. Annex 1 of the EC/MOVE/C4 project RIDERSCAN. Available at: http://www.fema-online.eu/riderscan/IMG/pdf/annex_1.pdf [Accessed June 15th 2020]
- Doshi, A., Shinko Yuanhsien, C., & Trivedi, M.M. (2009) A Novel Active Heads-Up Display for Driver Assistance. IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics - Part B: Cybernetics, 39, 1, p. 85-93.
- European Road Safety Observatory – ERSO (2017) Traffic Safety Basic Facts 2016. Available at: https://ec.europa.eu/transport/road_safety/sites/roadsafety/files/pdf/statistics/dacota/bfs2016_motomoped.pdf [Accessed Sept. 16th 2019].
- EyeLights: <https://eye-lights.com> [Accessed Sept. 18th 2019].
- FEMA (2015) Motorcycle Safety and Accidents in Europe. A summary report. Available at : http://www.fema-online.eu/website/wp-content/uploads/motorcycle_safety_and_accidents_europe_hdb_050816.pdf [Accessed Sept. 17th 2019].
- Gish, K.W. & Staplin, L. (1995) Human Factors Aspects of Using Head Up Displays in Automobiles: A Review of the Literature, DOT HS 808 320, U.S. Department of Transportation, National Highway Traffic Safety Administration. Available at : http://www.mvs.net/pdf/Human_Factors_of_HUDs.pdf [Accessed Sept. 17th 2019].
- Hart, S. & Staveland, L. (1988) Development of NASA-TLX (Task Load Index): Results of Empirical and Theoretical Research. In: Hancock, P. & Meshkati, N., Eds., Human Mental Workload, North Holland, Amsterdam, p. 139-183.
- Häuslschmid, R., Fritzsche, B. & Butz, A. (2018) Can a Helmet-mounted Display Make Motorcycling Safer? Proceeding of the IUI 2018 23rd International Conference on Intelligent User Interfaces, p. 467-476.
- Horrey, W.J., Wickens, C.D. & Alexander, A.L. (2003) The Effects of Head-Up Display Clutter and In-Vehicle Display Separation on Concurrent Driving Performance, Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting, p. 1880.
- Ito, K., Nishimura, H. & Ogi, T. (2018) Motorcycle HUD Design of Presenting Information for Navigation System. Proceedings of 2018 IEEE International Conference on Consumer Electronics (ICCE), p. 1-3.

Jarvish: <https://www.jarvish.com/> [Accessed June 2020].

Kennedy, R., Lane, N., Berbaum, K. & Lilienthal, M. (1993) Simulator sickness questionnaire: An enhanced method of quantifying simulator sickness. *The International Journal of Aviation Psychology*, 3, p. 203-220.

Liu, Y.C. & Wen, M.H. (2004) Comparison of head-up display (HUD) vs. head-down display (HDD): driving performance of commercial vehicle operators in Taiwan. *International Journal of Human-Computer Studies*, 61, p. 679-697.

LiveMap: Motorbike Helmet with Navigation Unique Hi-tech Motorbike Helmet with Built-in Navigation System and Voice Controlled Interface. <https://livemap.info> (2016) [last accessed on 2016-07-16] ; In: Häuslschmid, R., Fritzsche, B. & Butz, A. (2018) Can a Helmet-mounted Display Make Motorcycling Safer? *Proceeding of the UII 2018 23rd International Conference on Intelligent User Interfaces*, p. 467-476.

LiveMap: <https://livemap.info/> [Accessed Sept. 18th 2019].

Lobjois, R., Dagonneau, V. & Isableu, B. (2016) The contribution of visual and proprioceptive information to the perception of leaning in a dynamic motorcycle simulator. *Ergonomics*, 59 (11), p. 1428-1441.

Lobjois, R., Siegler, I.A. & Mars, F. (2016) Effects of visual roll on steering control and gaze behavior in a motorcycle simulator. *Transportation research part F: traffic psychology and behaviour*, 38, p. 55-66.

Mahajan, S.M., Khedkar, S.B. & Kasav, S.M. (2015) Head up Display Techniques in Cars. *International Journal of Engineering Science and Innovative Technology (IJESIT)*, 4 (2).

Martensen, H. (2014) @RISK : Analyse du risque de blessures graves ou mortelles dans la circulation, en fonction de l'âge et du mode de déplacement. Bruxelles, Belgique: institut Vias – Centre de connaissance Sécurité routière. Available at : <https://www.vias.be/publications/@%20Risk/@%20Risk.%20Analyse%20du%20risque%20de%20blessures%20graves%20ou%20mortelles%20dans%20la%20circulation,%20en%20fonction%20de%20l%E2%80%99%C3%A2ge%20et%20du%20mode%20de%20d%C3%A9placement.pdf> [Accessed Sept. 16th 2019].

Martensen, H. & Roynard, M. (2013). MOTAC – Motorcycle accident causation. Analyse approfondie des accidents graves et mortels impliquant des motocyclistes. Bruxelles, Belgique : Institut Belge pour la Sécurité Routière – Centre de Connaissance Sécurité Routière. Available at : [https://www.vias.be/publications/MOTAC%20%E2%80%93%20Motorcycle%20accident%20causation%20\(2\)/MOTAC%20%E2%80%93%20Motorcycle%20accident%20causation%20-%20Analyse%20approfondie%20des%20accidents%20graves%20et%20mortels%20impliquant%20des%20motocyclistes.pdf](https://www.vias.be/publications/MOTAC%20%E2%80%93%20Motorcycle%20accident%20causation%20(2)/MOTAC%20%E2%80%93%20Motorcycle%20accident%20causation%20-%20Analyse%20approfondie%20des%20accidents%20graves%20et%20mortels%20impliquant%20des%20motocyclistes.pdf) [Accessed Sept. 16th 2019].

Mendes, D. (2015) Motorcycle HUD for navigation, communication and performance monitoring. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. Available at: <https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/83499/2/35502.pdf> [Accessed Sept. 17th 2019].

Papantoniou, P., Papadimitriou, E. & Yannis, G. (2015) Assessment of driving simulator studies on driver distraction. *Advances in Transportation Studies*, April 2015, 35, p. 129-144.

Park, J. & Park, J. (2019) Functional requirements of automotive head-up displays: A systematic review of literature from 1994 to present. *Applied Ergonomics*, 76, p. 130-146.

Pauzié, A. (2015) Head Up Display in Automotive: A New Reality for the Driver. , Book & eBook "Design, User Experience, and Usability: Interactive Experience Design", Springer (ed.), 2015.

Ramnath, R., Kinnear, N., Chowdhury, S. & Hyatt, T. (2020) Interacting with Android Auto and Apple CarPlay when driving: The effect on driver performance. A simulator study. TRL project report PPR948. Available at: <https://trl.co.uk/sites/default/files/PPR948%20IAM%20RoadSmart%20-%20infotainment%20sim%20study.pdf> [Accessed June 2020]

Skully AR-1: <https://www.skully.com/> [Accessed Sept. 18th 2019].

Strayer, D.L., Cooper, J.M., Goethe, R.M., McCarty, M.M., Getty, D. & Biondi, F. (2017) Visual and Cognitive Demands of Using In-Vehicle Infotainment Systems. ©2017, AAA Foundation for Traffic Safety.

Tretten, P., Gärling, A., Nilsson, R., & Larsson, T.C. (2011) An On-Road Study of Head-Up Display: Preferred Location and Acceptance Levels, Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting, 55, p. 1914-1918.

Truong, L.T., De Gruyter, C., Nguyen, H.T.T. (2017) Calling, texting, and searching for information while riding a motorcycle: A study of university students in Vietnam. Traffic Injury Prevention, 18(6), p.p. 593-598.

Truong, L.T., Hang, N., De Gruyter, C. (2018) Mobile phone use while riding a motorcycle and crashes among university students. Traffic Injury Prevention 20(2), DOI: 10.1080/15389588.2018.1546048.

Truong, L.T., Nguyen, H.T.T. & De Gruyter, C. (2019) Mobile phone use while riding a motorcycle and crashes among university students. Traffic Injury Prevention, 20:2, p. 204-210, DOI: 10.1080/15389588.2018.1546048.

van der Valk, K., Rijnaerts, W. (2005) Safety Aspects of Powered Two Wheelers Problems – Solutions – (English version)

Witmer, B.G. & Singer, M.J. (1998). Measuring presence in virtual environments: A presence questionnaire. Presence : Teleoperators and Virtual Environments, 7(3), p. 225-240.

6 Bijlagen

6.1 Vragenlijst na de testen op de openbare weg

[Surveys](#) | [Reports](#) | [Dashboards](#) | [Contacts](#) | [Data Models](#) | [Bookmarks](#) [Help](#)

New Question

Layout

Settings

Advanced Features

Email Alerts

Header & Footer

Messages

Scripts

Plugins

Randomize

Multilingual

Preview

Print

Launch

<< Previous Questions: 1-42 from 42 Next >>

- Search - Go

Edit

⊕ Name: eHelmet_evaluation essai route

Add Logo

Insert

Q 1

Preview

Question type: Section header (text only)

Qui êtes-vous? Comment pouvons-nous vous recontacter si nous avons besoin de clarifications?

Hide

Insert

☐ New page

Q 2

Preview

Question type: Single line text with pre-format options

Nom:

Answer options:

Hide

Insert

☐ New page

Q 3

Preview

Question type: Single line text with pre-format options

Prénom:

Answer options:

Hide

Insert

☐ New page

Q 4

Preview

Question type: Single line text with pre-format options

Adresse email (courriel):

Answer options:

Hide

Insert

☐ New page

Q 5

Preview

Question type: Single line text with pre-format options

Numéro de portable:

Answer options:

Hide

Insert

☒ New page

Q 6

Preview

Question type: Section header (text only)

Quel est votre profil d'utilisateur?

Hide

Insert

☐ New page

Q 7

Preview

Question type: Pick one or 'other'

Sexe

Answer options:
masculin
féminin

Hide

Insert

☐ New page

Q 8

Preview

Question type: Single line text with pre-format options

Must answer

Hide

Date de naissance

Answer options:
(jj/mm/aaaa)

Insert

☐ New page**Q** 9

Preview

Question type: Single line text with pre-format options

Quelle(s) catégorie(s) de permis avez-vous obtenu? indiquez l'année d'obtention de la catégorie de permis (ou équivalent si le permis a été obtenu avant 2014) si "Autres", précisez.

Answer options:
A1 (<125cc et < 11kW)
A2 (>125cc maximum 35kW)
A (toutes cylindrées)
B (voiture)
Autres

Edit Logic Add Image Copy

Must answer ▼ ☐ Hide

Insert

☐ New page**Q** 10

Preview

Question type: Single line text with pre-format options

Avec quel véhicule roulez-vous le plus souvent?

Answer options:
Marque
Modèle
Cylindrée (cc)
Puissance (kW)

Edit Logic Add Image Copy

Allow to skip ▼ ☐ Hide

Insert

☐ New page**Q** 11

Preview

Question type: Pick one or 'other'

Quel est votre kilométrage moyen sur ces 12 derniers mois?

Answer options:
moins de 2500 km
entre 2500 et 5000 km
entre 5000 et 10000 km
Plus de 5000 km

Edit Logic Add Image Copy

Allow to skip ▼ ☐ Hide

Insert

☐ New page**Q** 12

Preview

Question type: Dropdown box --- for longer lists - select one

A quelle fréquence roulez-vous en deux-roues motorisés?

Answer options:
moins d'une fois par semaine
une fois par semaine
deux à trois fois par semaine
plus de trois fois par semaine

Edit Logic Add Image Copy

Allow to skip ▼ ☐ Hide

Insert

☐ New page**Q** 13

Preview

Question type: Pick one or 'other'

Disposez-vous d'un système GPS dit "tête basse" (guidon/réservoir) ou avez-vous de l'expérience de conduite avec un tel système (en moto)

Answer options:
oui
non

Edit Logic Add Image Copy

Allow to skip ▼ ☐ Hide

Insert

☐ New page**Q** 14

Preview

Question type: Pick one or 'other'

Disposez-vous d'un « œil directeur droit » ? Pour connaître votre œil directeur, vous pouvez faire le test suivant (très simple à réaliser) : prenez une feuille et trouez là (diamètre environ 2 cm) tendez la feuille à bout de bras fixez un objet, à travers le trou fermez l'œil droit puis l'œil gauche votre œil directeur est celui qui voit l'objet lorsque l'autre est fermé

Answer options:
Oui
Non

Edit Logic Add Image Copy

Allow to skip ▼ ☐ Hide

Q 15 Preview

Question type: Pick one or 'other'

Votre vue est-elle corrigée?

Answer options:

- Oui
- Non

Insert

☐ New page

Edit Logic Add Image Copy

Allow to skip ▾ ☐ Hide

Q 16 Preview

Question type: Pick one or 'other'

Portez-vous des lentilles?

Answer options:

- Oui
- Non

Insert

☐ New page

Edit Logic Add Image Copy

Allow to skip ▾ ☐ Hide

Q 17 Preview

Question type: Pick one or 'other'

Choisissez la phrase ci-dessous qui correspond le mieux à ce que vous pensez des développements technologiques.

Answer options:

- Les accidents augmentent car les conducteurs sont de plus en plus distraits par les technologies
- Nous n'avons pas le choix: la technologie est là et nous devons nous adapter.
- Les technologies sont une opportunité de rendre la route plus sûre, plus écologique et plus fluide (moins d'embouteillage)

Insert

☐ New page

Edit Logic Add Image Copy

Allow to skip ▾ ☐ Hide

Q 18 Preview

Question type: Section header (text only)

Quelles étaient les conditions entourant votre essai sur route?

Insert

☒ New page

Edit Logic Add Image Copy

☐ Hide

Q 19 Preview

Question type: Pick one or 'other'

Avez-vous pu installer le système Eye-Lights correctement dans votre casque?

Answer options:

- Oui
- Non

Insert

☐ New page

Edit Logic Add Image Copy

Allow to skip ▾ ☐ Hide

Q 20 Preview

Question type: Multi-line text response --- often used for comments

Merci de décrire les problèmes rencontrés et les éventuelles solutions apportées.

Question contains: 1 Show/Hide expression [Show](#)

Insert

☐ New page

Edit Logic Add Image Copy

Allow to skip ▾ ☐ Hide

Q 21 Preview

Question type: Multi-line text response --- often used for comments

Combien de temps cumulé (approximativement) avez-vous utilisé le système (HH)?

Insert

☐ New page

Edit Logic Add Image Copy

Allow to skip ▾ ☐ Hide

Q 22 Preview

Question type: Multi-line text response --- often used for comments

Combien de kilomètres cumulés (aproximativement) avez-vous utilisé le système (km)?

Insert

☐ New page

Edit Logic Add Image Copy

Allow to skip ▾ ☐ Hide

Q 23 Preview

Question type: Check all that apply

Insert

☐ New page

Dans quelles conditions avez-vous pu tester la technologie (cocher toutes les réponses qui s'appliquent)?

Answer options:

Routes sèches
Routes mouillées
Pluie
Neige
Traffic fluide
Traffic dense
Embouteillages (remontage de files)
Milieu urbain
Routes rurales
...
[Show All](#)

Insert

☐ New page

Q 24 [Preview](#)

Question type: Check all that apply

Quelles fonctionnalités du système avez-vous pu tester?

Answer options:

GPS
Informations vitesse
Communication téléphonique
Ecoute de musique
Intercom
Commandes vocales (morceaux suivants, appel téléphonique, etc...)

Insert

☐ New page

Q 25 [Preview](#)

Question type: Multi-line text response --- often used for comments

Avez-vous des remarques complémentaires concernant les conditions de votre essai, pertinentes à l'heure d'interpréter votre avis "sécurité" de la technologie?

Insert

☒ New page

Q 26 [Preview](#)

Question type: Section header (text only)

Maintenant que vous avez pu tester la technologie "affichage tête haute"...

Insert

☐ New page

Q 27 [Preview](#)

Question type: Pick one or 'other'

Quel est votre sentiment général sur cette nouvelle technologie "Affichage Tête Haute"?

Answer options:

A oublier!
Sans avis pour l'instant
Un must pour tout motard (dans le futur)

Insert

☐ New page

Q 28 [Preview](#)

Question type: Pick one or 'other'

Selon vous, à court-moyen terme, la technologie "Affichage Tête Haute" est une solution qui rendra la conduite moto...

Answer options:

plus sûre
moins sûre
sans avis

Insert

☐ New page

Q 29 [Preview](#)

Question type: Multi-line text response --- often used for comments

Quels sont les aspects qui vous ont le plus marqués (en comparaison avec votre conduite normale, sans cette technologie)?

Insert

☒ New page

Q 30 [Preview](#)

Question type: Section header (text only)

Edit Logic Add Image Copy

Allow to skip ☐ Hide

Edit Logic Add Image Copy

Allow to skip ☐ Hide

Edit Logic Add Image Copy

Allow to skip ☐ Hide

Edit Logic Add Image Copy

☐ Hide

Edit Logic Add Image Copy

Allow to skip ☐ Hide

Edit Logic Add Image Copy

Allow to skip ☐ Hide

Edit Logic Add Image Copy

Allow to skip ☐ Hide

Plus précisément maintenant, en ce qui concerne les aspects "sécurité"...

Edit Logic Add Image Copy

☐ Hide

Insert

☐ New page

Q 31 Preview

Question type: Pick one or 'other'

Avez-vous perçu un impact de la technologie sur votre conduite habituelle (nécessitant une adaptation de vos comportements de conduite)?

Answer options:

Oui
Non
Sans avis

Edit Logic Add Image Copy

Allow to skip

☐ Hide

Insert

☐ New page

Q 32 Preview

Question type: Pick one or 'other'

Dans l'ensemble, avez-vous trouvé que l'"affichage tête haute" vous distrairait de vos activités habituelles de conduite (scanning du trafic, analyse des risques potentiels, contrôle de la vitesse de la moto, contrôle des actions des autres utilisateurs, etc...)?

Answer options:

oui
non
parfois

Edit Logic Add Image Copy

Allow to skip

☐ Hide

Insert

☐ New page

Q 33 Preview

Question type: Rate different items along the scale of your choice

Par rapport à vos activités de conduite normales (contrôle de la moto, intégration dans le trafic, contrôle des risques, etc...), pouvez-vous évaluer plus précisément le caractère disruptif des aspects suivants ?

Scale: 0 - Non disruptif - 1 - 2 - 3 - 4 - 5 - Extrêmement disruptif - Ne s'applique pas

Answer options:

Le boîtier de projection (fixé en haut à droite du casque)
Le contenu visuel projeté (direction, vitesse, ...)
La manipulation du boîtier de commande (fixé côté gauche du casque)
Les commandes vocales
L'audio (directions GPS)
L'audio (musique)
L'audio (Intercom)
L'audio (communication téléphonique)

Edit Logic Add Image Copy

Allow to skip

☐ Hide

Insert

☐ New page

Q 34 Preview

Question type: Multi-line text response --- often used for comments

Souhaitez-vous préciser votre évaluation?

Edit Logic Add Image Copy

Allow to skip

☐ Hide

Insert

☐ New page

Q 35 Preview

Question type: Pick one or 'other'

Avez-vous pu aisément intégrer les informations projetées dans votre champ de vision?

Answer options:

oui, relativement vite
non, cela m'a pris un certain temps
non, cela me pose encore des problèmes

Edit Logic Add Image Copy

Allow to skip

☐ Hide

Insert

☐ New page

Q 36 Preview

Question type: Multi-line text response --- often used for comments

Souhaitez-vous préciser votre évaluation?

Edit Logic Add Image Copy

Allow to skip

☐ Hide

Insert

☐ New page

Q 37 Preview

Question type: Pick one or 'other'

Edit Logic Add Image Copy

Allow to skip

☐ Hide

Par rapport aux solutions GPS fixées à hauteur de guidon/réservoir, pensez-vous que la solution "affichage tête haute" est...

Answer options:

- plus disruptive
- aussi disruptive
- moins disruptive

Question contains: 1 Show/Hide expression [Show](#)

Insert

☐ New page

Q 38 Preview

Question type: Multi-line text response --- often used for comments

Merci de préciser votre évaluation:

Question contains: 1 Show/Hide expression [Show](#)

Insert

☐ New page

Q 39 Preview

Question type: Multi-line text response --- often used for comments

Autres remarques utiles (vous pouvez ajouter ici vos commentaires liés aux produits si vous le jugez pertinent)?

Insert

☒ New page

Q 40 Preview

Question type: Section header (text only)

Merci pour vos réponses ! Comme expliqué, au début de ce sondage, vos données seront anonymisées et agrégées sans jamais être communiquées à des tiers. Elles sont protégées sur les serveurs de l'institut Vias qui les gardera pendant un an. Si vous souhaitez être recontacté pour participer à d'autres sondages/études liées aux déplacements et à la sécurité des usagers de deux-roues motorisés de l'Institut Vias (et ses partenaires), nous avons besoin de votre consentement explicite.

Insert

☐ New page

Q 41 Preview

Question type: Pick one or 'other'

J'autorise l'Institut Vias à réutiliser mes données personnelles dans le cadre de l'identification de testeurs et/ou répondants pour d'autres études en lien avec les déplacements et la sécurité du deux-roues motorisé pour autant que les conditions spécifiques de ces études me soient communiquées. Je garderai le choix de participer ou pas à aux études et sondages proposés.

Answer options:

- Oui
- Non

Insert

☐ New page

Q 42 Preview

Question type: Pick one or 'other'

Je souhaite recevoir les infos "deux roues motorisés" de Vias concernant les développements en mobilité et sécurité.

Answer options:

- oui, avec plaisir.
- non, merci.

Insert

Edit Logic Add Image Copy

Allow to skip ☐ Hide

Edit Logic Add Image Copy

Allow to skip ☐ Hide

Edit Logic Add Image Copy

☐ Hide

Edit Logic Add Image Copy

Allow to skip ☐ Hide

Edit Logic Add Image Copy

Allow to skip ☐ Hide

6.2 Informatienota bij de experimentele pilootstudie

'Evaluatie van weergavesystemen voor waarschuwingen voor motoren '

Het 'Institut français des sciences et technologies des transports, de l'aménagement et des réseaux (IFSTTAR), biedt u als promotor van deze studie, de gelegenheid om deel te nemen aan een experiment dat bestaat uit 'rijden' met een motorsimulator. De bedoeling van het onderzoek is om twee weergaveopties voor navigatiesystemen voor motoren te vergelijken en een antwoord te geven op de vraag of ze geschikt zijn voor het rijden met dit type voertuig.

U neemt deel aan een experimentele sessie die ongeveer 1u30 duurt. Daarbij zal u gevraagd worden om op een natuurlijke manier en in overeenstemming met de verkeersregels een parcours af te leggen.

U kunt op ieder moment een pauze vragen of, als u dat wenst, zelfs uw deelname definitief stopzetten. U brengt daar dan de verantwoordelijke van het onderzoeksproject van op de hoogte.

U ontvangt een forfaitaire vergoeding van 75 euro, ter compensatie van de inspanningen en de kosten die met uw deelname aan dit onderzoek gepaard gaan.

U kunt alle vragen stellen die u maar wenst en zoveel uitleg vragen als nodig, vóór, tijdens of na het experiment.

De individuele resultaten en de verschillende gegevens die op u betrekking hebben zijn strikt vertrouwelijk. Overeenkomstig de Verordening (EU) 2016/679 van het Europees Parlement en de Raad van 27 april 2016 (RGPD) en de gewijzigde wet nr. 78-17 van 6 januari 1978 betreffende informatica, bestanden en vrijheden (artikel 39), beschikt u over een recht op inzage van de in deze studie verzamelde gegevens die op u betrekking hebben alsook het recht om ze te wijzigen. U kunt die rechten uitoefenen door u te richten tot Stéphane Espié (stephane.espie@ifsttar.fr, 01 69 15 63 66);

Overeenkomstig de GDPR hebt u de volgende informatie ontvangen:

- Het Ifsttar is als promotor van het onderzoek de verantwoordelijke voor de verwerking (14-20 Boulevard Newton, Cité Descartes, Champs-sur-Marne, F-77447 Marne-la-Vallée Cedex 2. Tel.: 01 81 66 80 00);
- Het Ifsttar heeft een functionaris voor gegevensbescherming (DPO) aangesteld: dpo@ifsttar.fr;
- De juridische basis van de gegevensverwerking wordt gevormd door de uitvoering van een openbare dienstenopdracht waarmee de verantwoordelijke voor de verwerking belast is (artikel 6.1.e van de GDPR) en de legitieme belangen die door de verantwoordelijke van de verwerking worden nagestreefd (artikel 6.1.f van de GDPR). Aanvullend kunnen gezondheidsgegevens die op u betrekking hebben verwerkt worden voor wetenschappelijke onderzoeksdoeleinden;
- De gegevens van persoonlijke aard die op u betrekking hebben en in het kader van het onderzoek worden verzameld zullen in geen geval worden overgedragen buiten de Europese Unie;
- U hebt het recht om klacht in te dienen bij de 'Commission nationale de l'informatique et des libertés' (CNIL), op de website van de organisatie of per post aan volgend adres: CNIL – 3, Place de Fontenoy - TSA 80715 - 75334 PARIS CEDEX 07);
- Tot slot zullen de gegevens die op u betrekking hebben bewaard worden tot aan de publicatie van de onderzoeksresultaten, waarin geen enkel individueel resultaat zal staan dat tot identificatie kan leiden. Na afloop van de bewaartermijn zullen uw persoonlijke gegevens in hun totaliteit vernietigd worden, behalve in geval van hergebruik voor wetenschappelijke doeleinden.

Dit onderzoek gaan niet gepaard met specifieke risico's of ongemakken. Het heeft op september 2019 een gunstig advies gekregen van het Comité pour les Recherches sur les Personnes Humaines (CRPH).

Het Ifsttar heeft bij Axa France Iard een verzekering burgerlijke aansprakelijkheid gesloten die de eventuele schadelijke gevolgen dekt van uw deelname aan het onderzoeksproject.

De verantwoordelijke van het onderzoek: Stéphane Espié

IFSTTAR - Laboratoire SIMU&MOTO

6.3 Formulier voor de vrije en geïnformeerde toestemming aan het experiment

De heer, mevrouw:..... (naam, voornaam)

Adres:

Contact: (telefoonnummer en/of e-mailadres)

Het 'Institut français des sciences et technologies des transports, de l'aménagement et des réseaux (Ifsttar) heeft me uitgenodigd om deel te nemen aan een evaluatie van navigatieweergavesystemen voor motoren.

Mijn deelname aan dit onderzoek bestaat uit 'rijden' met een motorsimulator. De bedoeling daarvan is om twee weergaveopties voor navigatiesystemen voor motoren te vergelijken en uit te maken of ze geschikt zijn voor het rijden met dit type voertuig

Ik heb alle informatie die me mondeling is gegeven ontvangen en begrepen, alsook die in de informatieflyer die me werd overhandigd. Het experiment zal plaatsvinden op een motorsimulator, op wegen met verkeer in twee richtingen. De aard, het verloop en de beperkingen van de studie werden me uiteengezet door de verantwoordelijke voor het onderzoeksproject.

Ik stem in met deelname aan dit onderzoek in de vermelde omstandigheden.

Ik ontvang een forfaitaire vergoeding van 75 euro, ter compensatie van de inspanningen en de kosten die met mijn deelname aan dit onderzoek gepaard gaan.

Mijn instemming ontslaat de organisatoren van het onderzoek niet van hun verantwoordelijkheden.

Ik behoud mijn door de wet gegarandeerde rechten.

Het staat mij op ieder moment vrij, indien ik dat wil, om mijn deelname te beëindigen en ik zal daar de verantwoordelijke voor de studie van op de hoogte brengen.

Mijn gegevens zijn strikt vertrouwelijk. Ik sta het gebruik en de verwerking ervan uitsluitend toe aan de onderzoeksmedewerkers die door de onderzoeksleider zijn aangewezen. Ik ben ervan op de hoogte dat het toegangsrecht uit artikel 40 van de Franse wet 'Informatique en Libertés' van 6 januari 1978 over informatica, bestanden en vrijheden, gewijzigd door wet nr. 2004- 801 van 6 augustus 2004 over de bescherming van natuurlijke personen ten aanzien van de verwerking van persoonlijke gegevens (artikel 39) hier op elk moment van toepassing is. Overeenkomstig de GDPR werd ik op de hoogte gesteld van het volgende:

- Het Ifsttar is als promotor van het onderzoek verantwoordelijk voor de verwerking (14-20, Boulevard Newton, Cité Descartes, Champs-sur-Marne, F-77447 Marne-la-Vallée Cedex 2. Tel.: 01 81 66 80 00);
- Het Ifsttar heeft een functionaris voor gegevensbescherming (DPO) aangesteld: dpo@ifsttar.fr;
- De juridische basis van de gegevensverwerking wordt gevormd door de uitvoering van een openbare dienstenopdracht waarmee de verantwoordelijke voor de verwerking belast is (artikel 6.1.e van de GDPR) en de legitieme belangen die door de verantwoordelijke van de verwerking worden nagestreefd (artikel 6.1.f van de GDPR). Aanvullend kunnen gezondheidsgegevens die op mij betrekking hebben verwerkt worden voor wetenschappelijke onderzoeksdoeleinden;
- Mijn gegevens van persoonlijke aard die in het kader van het onderzoek worden verzameld zullen in Frankrijk bewaard worden en in geen geval worden overgedragen buiten de Europese Unie;
- Ik heb het recht om klacht in te dienen bij de 'Commission nationale de l'informatique et des libertés' (CNIL), op de website van de organisatie of per post aan volgend adres: CNIL – 3, Place de Fontenoy - TSA 80715 - 75334 PARIS CEDEX 07);
- Tot slot zullen de gegevens die op mij betrekking hebben bewaard worden tot aan de publicatie van de onderzoeksresultaten, waarin geen enkel individueel resultaat zal verschijnen dat tot identificatie kan leiden. Na afloop van de bewaringstermijn zullen mijn persoonlijke gegevens in hun totaliteit vernietigd worden, behalve in geval van hergebruik voor wetenschappelijke doeleinden.

Dit onderzoek heeft op september 2019 een gunstig advies gekregen van het Comité pour les Recherches sur les Personnes Humaines (CRPH).

Handtekening van de deelnemer (voorafgegaan door de datum, met de hand geschreven)

6.4 Informatie bij de rekrutering van deelnemers voor het experiment

L'Institut français des sciences et technologies des transports, de l'aménagement et des réseaux (IFSTTAR) voert een onderzoek naar de impact van navigatieweergavesystemen voor motoren. Deze onderzoeksactiviteit vindt plaats in het kader van een samenwerking met het Instituut VIAS (België).

Doelstelling

De doelstelling van het onderzoek bestaat erin om via een motorrijnsimulator technologieën voor de weergave van navigatiesystemen voor motoren met elkaar te vergelijken. Daarbij zullen gegevens worden ingezameld en geanalyseerd.

Verloop van het onderzoek

U neemt deel aan een experimentele sessie die ongeveer 1u30 duurt. Daarbij zal u gevraagd worden om op een natuurlijke manier en in overeenstemming met de verkeersregels op een motorsimulator te rijden.

U kunt op ieder moment een pauze vragen of, als u dat wenst, zelfs uw deelname definitief stopzetten. U brengt daar dan de verantwoordelijke van het onderzoeksproject van op de hoogte.

U ontvangt een forfaitaire vergoeding van 75 euro, ter compensatie van de inspanningen en de kosten die met uw deelname aan dit onderzoek gepaard gaan.

Voorafgaande voorwaarden

- in de leeftijdscategorie tussen 25 en 50 jaar,
- rijervaring (> 5 jaar), en gewoon zijn om te rijden (> 3 000 km/jaar de voorbije jaren),
- een goed gezichtsvermogen of gezichtscorrectie door middel van lenzen (geen bril).
- het rechteroog als dominant oog hebben⁹

Contact

S. Espié, Onderzoeksdirecteur, verantwoordelijke voor het onderzoek

9 Om te weten welk oog dominant is kan men de volgende (zeer eenvoudige) test uitvoeren:

- 1) neem een blad en maak er een gat in (diameter ongeveer 2 cm)
- 2) hou het blad op armlengte
- 3) fixeer een voorwerp door het gat heen
- 4) sluit het rechteroog en daarna het linker
- 5) het dominante oog is datgene dat het voorwerp ziet terwijl het andere oog gesloten is

Meer informatie hierover is te vinden op https://fr.wikipedia.org/wiki/%C5%92il_directeur

6.5 Vragenlijst 'Simulatorziekte' [Simulator Sickness Questionnaire, SSQ] (Kennedy, Lane, Berbaum & Lilienthal, 1993)

	RAS	Léger	Modéré	Sévère
Malaise général				
Fatigue				
Mal de tête				
Fatigue oculaire				
Difficulté d'accommodation				
Hyper salivation				
Sueur				
Nausée / vomissement				
Difficulté de concentration				
« Tête lourde »				
Vision floue				
Etourdissement Yeux Ouverts				
Etourdissement Yeux Fermés				
Vertige				
Réveil de la zone gastrique				
Eructation				

6.6 Vragenlijst 'Aanwezigheid' [Questionnaire sur l'état de présence, QEP] (Witmer & Singer, 1998, nagekeken door het Laboratoire de Cyberpsychologie van de UQO, 2002)

Vragenlijst voor de beoordeling van het gevoel van aanwezigheid in de simulator:

No dossier _____

Date _____



QUESTIONNAIRE SUR L'ÉTAT DE PRÉSENCE*

Laboratoire de Cyberpsychologie de l'UQO (2002)

Décrivez votre expérience dans l'environnement en marquant d'un "X" la case appropriée de l'échelle en 7 points, et ce en accord avec le contenu de la question et les étiquettes descriptives. Veuillez prendre en compte l'échelle en entier lorsque vous inscrivez vos réponses, surtout lorsque des niveaux intermédiaires sont en jeu. Répondez aux questions indépendamment les unes des autres et dans l'ordre dans lequel ils apparaissent. Ne sautez pas de questions et ne retournez pas à une question précédente afin de modifier votre réponse.

EN FONCTION DE L'ENVIRONNEMENT DANS LEQUEL VOUS ÉTIEZ

1. Dans quelle mesure étiez-vous capable de contrôler les événements?

_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
PAS DU TOUT			ASSEZ			COMPLÈTEMENT

2. Dans quelle mesure l'environnement était-il réactif (sensible) aux actions que vous y faisiez?

_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
PAS			MODÉRÉMENT			COMPLÈTEMENT
RÉACTIF			RÉACTIF			RÉACTIF

3. Dans quelle mesure vos interactions avec l'environnement vous semblaient-elles naturelles?

_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
EXTRÊMEMENT			A MI-CHEMIN			COMPLÈTEMENT
ARTIFICIELLES						NATURELLES

4. Dans quelle mesure les aspects visuels de l'environnement vous invitaient-ils à vous y impliquer?

_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
PAS DU TOUT			ASSEZ			COMPLÈTEMENT

5. Dans quelle mesure les mécanismes permettant votre mouvement dans l'environnement vous semblaient-ils naturels?

|-----|
EXTREMEMENT A MI-CHEMIN COMPLETEMENT
ARTIFICIELS NATURELS

6. Dans quelle mesure vos sens étaient-ils trompés par le réalisme du mouvement des objets à travers l'espace?

|-----|
PAS DU TOUT MODEREMENT TRES
TROMPES TROMPES

7. Dans quelle mesure les expériences que vous avez vécues dans l'environnement virtuel ressemblaient-elles à celles de l'environnement réel ?

|-----|
PAS MODEREMENT TRES
RESSEMBLANT RESSEMBLANT RESSEMBLANT

8. Étiez-vous capable d'anticiper les conséquences des mouvements que vous faisiez?

|-----|
PAS DU TOUT ASSEZ COMPLETEMENT

9. Jusqu'à quel point étiez-vous en mesure d'explorer activement l'environnement de façon visuelle?

|-----|
PAS DU TOUT ASSEZ COMPLETEMENT

10. Jusqu'à quel point la sensation de déplacement à l'intérieur de l'environnement virtuel était-elle confondante (réaliste)?

|-----|
PAS MODEREMENT TRES
CONFONDANTE CONFONDANTE CONFONDANTE

11. À quelle distance ~~pouviez-vous examiner~~ les objets?

PAS PROCHE			PLUTOT			TRES
DU TOUT			PROCHE			PROCHE

12. Jusqu'à quel point ~~pouviez-vous examiner~~ les objets sous différents angles?

PAS DU TOUT			ASSEZ		COMPLETEMENT	

13. Jusqu'à quel point étiez-vous impliqué(e) dans l'expérience vécue dans l'environnement virtuel?

PAS DU TOUT			MOYENNEMENT		COMPLETEMENT	
ENGAGÉ(E)			ENGAGÉ(E)		ABSORBÉ(E)	

14. Jusqu'à quel point avez-vous ressenti un délai séparant vos actions de leurs conséquences?

AUCUN			DELAI			LONG
DELAI			MODERE			DELAI

15. À quel rythme vous êtes-vous adapté(e) à l'expérience vécue dans l'environnement virtuel?

PAS ADAPTE(E)			LENTEMENT		EN MOINS	
DU TOUT					D'UNE MINUTE	

16. En termes d'interactions et de déplacements dans l'environnement virtuel, jusqu'à quel point vous sentiez-vous compétent(e) à la fin de l'expérience?

PAS			RAISONNABLEMENT			TRES
COMPÉTENT(E)			COMPÉTENT(E)			COMPÉTENT(E)

17. Jusqu'à quel point la qualité visuelle de l'appareillage graphique vous a-t-elle incommodé(e) dans l'exécution des tâches requises?

PAS DU TOUT	ASSEZ				TÂCHES	
	INCOMMODÉ(E)				COMPLÈTEMENT	
					EMPÊCHÉES	

18. Dans quelle mesure les mécanismes de contrôle de votre mouvement ont-ils interféré avec l'exécution des tâches requises?

PAS DU TOUT	ASSEZ				GRANDEMENT	
	INTERFÉRÉ				<u>INTERFÉRÉ</u>	

19. Jusqu'à quel point êtes-vous parvenu(e) à vous concentrer sur les tâches requises plutôt que sur les mécanismes utilisés pour effectuer lesdites tâches?

PAS DU TOUT	ASSEZ				COMPLÈTEMENT	

RÉPONDEZ SI L'ENVIRONNEMENT VIRTUEL COMPRENAIT DES SONS :

20. Dans quelle mesure les aspects auditifs de l'environnement vous invitaient-ils à vous y impliquer?

PAS DU TOUT	ASSEZ				COMPLÈTEMENT	

21. Dans quelle mesure arriviez-vous à identifier correctement les sons produits dans l'environnement?

PAS DU TOUT	ASSEZ				COMPLÈTEMENT	

22. Dans quelle mesure arriviez-vous à localiser correctement les sons produits dans l'environnement?

PAS DU TOUT	ASSEZ				COMPLÈTEMENT	

RÉPONDEZ SI L'ENVIRONNEMENT VIRTUEL COMPRENAIT DES ASPECTS
HAPTIQUE (TOUCHER) :

23. Dans quelle mesure ~~pouviez-vous~~ explorer activement et de façon tactile (par le toucher) l'environnement?

PAS DU TOUT ASSEZ COMPLETEMENT

24. Jusqu'à quel point ~~pourriez-vous~~ déplacer ou manipuler les objets dans l'environnement virtuel?

PAS DU TOUT ASSEZ COMPLETEMENT

Dernière version: Mars 2013

*Version originale : Winger, B.G. & Singer, M.J. (1998). Measuring presence in virtual environments: A presence questionnaire. *Presence : Teleoperators and Virtual Environments*, 7(3), 225-240. Structure factorielle révisée: Winger, B.J., Jacquot, C.J., & Singer, M.J. (2005). The factor structure of the Presence Questionnaire. *Presence*, 14(3) 298-312.

Questionnaire sur l'État de Présence (QÉP)

Laboratoire de ~~Cyberpsychologie~~ de l'UQO

Validation :

- ☑ 101 participants ont rempli le questionnaire suite une immersion virtuelle;
- ☑ Les analyses factorielles ont été effectuées en composantes principales et avec des rotations ~~varimax~~;
- ☑ Des corrélations inter-items ont été effectuées;
- ☑ Alpha de Cronbach = .84
- ☑ Maintenant 19 items (pour les EV sans sons/toucher) et 24 items (pour les EV avec sons/toucher)

Cotation :

Total : Items 1 à 19, sur une échelle de 1 à 7.

- Sous-échelle « Réalisme » : Items 3 + 4 + 5 + 6 + 7 + 10 + 13
- Sous-échelle « Possibilité d'agir » : Items 1 + 2 + 8 + 9
- Sous-échelle « Qualité de l'interface » : Items (tous ~~inversés~~) 14 + 17 + 18
- Sous-échelle « Possibilité d'examiner » : Items 11 + 12 + 19
- Sous-échelle « Auto-évaluation de la performance » : Items 15 + 16
- Sous-échelle « Auditif* » : Items 20 + 21 + 22
- Sous-échelle « Haptique* » : Items 23 + 24

* NOTE : Les sous-échelles « *haptique* » et « *auditif* » ne font pas partie de l'analyse factorielle. Les items peuvent être compilés si l'environnement virtuel contient des sons ou la possibilité de voir son corps ou de toucher des objets. Par contre, les items de la sous-échelle « *résolution* » de ~~Witmer & Singer~~ font maintenant partie de nos analyses.

Normes :

	Moyenne	Ecart type
Total	104.39	18.99
Sous-échelle « Réalisme »	29.45	12.04
Sous-échelle « Possibilité d'agir »	20.76	6.01
Sous-échelle « Qualité de l'interface »	15.37	5.15
Sous-échelle « Possibilité d'examiner »	15.38	4.90
Sous-échelle « Auto-évaluation de la performance »	11.00	2.87

Dernière version: Mars 2013

Version originale : ~~Witmer, B.G. & Singer, M.J. (1998). Measuring presence in virtual environments: A presence questionnaire. *Presence : Teleoperators and Virtual Environments*, 7(3), 225-240.~~ Structure factorielle révisée: ~~Witmer, B.J., ~~Imove~~, C.J., & Singer, M.J. (2005). The factor structure of the *Presence* Questionnaire. *Presence*, 14(3) 298-312.~~

6.7 Taaklast [NASA Task Load Index, TLX] (Hart & Straveland, 1988)

Vragenlijst voor het meten van de gepercipieerde taakbelasting:

LEPSiS

Participant n°	Tâche	Date

NASA Task Load Index

Pour chaque question, mettre une croix (X) dans la case qui correspond à ce que vous ressentez

Pression mentale

La tâche a-t-elle exigé beaucoup d'activité mentale ?

☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------

Peu

Beaucoup

Pression physique

La tâche a-t-elle exigé beaucoup d'activité physique ?

☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------

Peu

Beaucoup

Pression temporelle

Est-ce que tu t'es senti pressé par le temps ?

☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------

Peu

Beaucoup

Performance

Comment estimes-tu ta performance pour cette tâche ?

☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------

Très mauvaise

Très bonne

Effort

Penses-tu que cette tâche était difficile à accomplir (mentalement ou physiquement) ?

☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------

Peu

Beaucoup

Frustration

T'es-tu senti frustré, découragé, irrité, stressé pendant la tâche ?

☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------

Peu

Beaucoup

6.8 Subjectieve beoordeling van het rijden

Comment avez-vous ressenti le fait de rouler avec cet affichage (navigation)?

Insérez une croix (x) de 1 (favorable) à 10 (défavorable) :

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
pas dangereux	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	dangereux
pas difficile	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	difficile
confortable	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	pas confortable
pas disruptif pour la conduite (manipulation de la moto)	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	disruptif pour la conduite (manipulation de la moto)
pas distrayant pour la conduite (concentration)	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	distrayant pour la conduite (concentration)
soutien pour la conduite	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	pas de soutien pour la conduite
pas obstructif (visuellement)	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	obstructif (visuellement)
facile à regarder	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	pas facile à regarder
transition « route ◀ ▶ guidage » aisé	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	transition « route ◀ ▶ guidage » pas aisé
Navigation facile à suivre	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Navigation pas facile à suivre

|

6.9 Vragenlijst 'Meningen na deelname'

Deelnemercode (nummer) _____

Opdracht (HDD / HUD) _____

Datum _____

- 1) Beoordeel uw ervaring met de motorrijden met een 'head-down'-gps (op het stuur of de tank bevestigd)?
 - ☐ geen
 - ☐ een beetje
 - ☐ veel
- 2) Welke stelling omschrijft volgens u het beste de technologische ontwikkelingen in de sector van de motoren (bijv. snelheidsregelaar, motorairbag, communicatie tussen voertuigen, geavanceerd remsysteem, snelheidsbewaking, enz.)? Kies slechts één optie:
 - ☐ Het aantal ongevallen neemt toe omdat bestuurders almaar vaker afgeleid worden door nieuwe technologieën.
 - ☐ We hebben geen keuze: de technologie is er en we moeten ons daaraan aanpassen.
 - ☐ Technologieën bieden mogelijkheden om het verkeer veiliger, ecologischer en vlotter (minder files) te maken. Ze bieden de oplossing voor de voortdurende toenemende verkeersdeelname.
- 3) Volgens u wordt het motorrijden door een oplossing als de 'head-up-display' die u net gebruikt hebt ...
 - ☐ veiliger
 - ☐ minder veilig
 - ☐ geen mening
- 4) Volgens u wordt het motorrijden door oplossingen als 'head-up-displays' (in het algemeen)
 - ☐ veiliger
 - ☐ minder veilig
 - ☐ geen mening
- 5) Hebt u nog opmerkingen over uw ervaring en/of uw deelname?

6.10 Vragenlijst voor de online rekrutering van testers



Recrutement de testeurs

Etude "Évaluation affichage tête haute pour casques" (projet IFSTTAR/VIAS)

Dans le cadre d'une étude concernant l'impact de modes d'affichage pour navigateur moto, l'Institut français des sciences et technologies des transports, de l'aménagement et des réseaux (IFSTTAR) et l'Institut Vias (Institut belge de mobilité et de sécurité routière) sont à la recherche de conducteurs de deux-roues motorisés, hommes et femmes, habitant la région parisienne, âgés entre 25 et 50 ans ayant une expérience de conduite de 5 ans ou plus avec une conduite habituelle de plus de 3000km/an au cours des deux dernières années, ayant une vision bonne (pas de correction) ou corrigée avec des lentilles (pas de lunettes) et avoir un œil directeur « droit » ^[1]

L'expérience aura lieu sur le [simulateur de conduite](#) de l'IFSTTAR, localisé à Ifsttar/Satie, bâtiment Digiteo 660, rue Noetzelin, 91190 GIF sur Yvette du 18 au 29 novembre 2019 entre 9h et 18h (sous réserve de confirmation).

La durée estimée de celle-ci est de 2 heures. Une participation de 75eur aux frais est prévue en compensation des contraintes et frais générés par la participation du testeur à cette recherche (paiement par compte bancaire).

Les données collectées dans le cadre de cette recherche sont anonymes et utilisées exclusivement à des fins de recherche scientifique. Elles ne sont jamais transmises à des tiers. Cette étude a été approuvée par le CRPH, comité pour les recherches impliquant la personne humaine, de l'Ifsttar.

Si vous souhaitez participer, remplissez le questionnaire ci-dessous et cliquer sur 'submit'.

^[1] Pour connaître votre œil directeur, vous pouvez faire le test suivant (très simple à réaliser) :

1. prenez une feuille et trouez là (diamètre environ 2 cm)
2. tendez la feuille à bout de bras
3. fixez un objet, à travers le trou
4. fermez l'œil droit puis l'œil gauche
5. votre œil directeur est celui qui voit l'objet lorsque l'autre est fermé

Pour en savoir plus vous pouvez aller sur : https://fr.wikipedia.org/wiki/%C5%92il_directeur

Geboortedatum: (dd/mm/jjjj)

Geslacht:

- ☐ vrouwelijk
- ☐ mannelijk

Voor welke categorie(ën) hebt u een rijbewijs behaald? Vermeld het jaar waarin u welke categorie rijbewijs hebt verworven (of het equivalent indien het rijbewijs dateert van vóór 2014). Gelieve bij 'Andere' te specificeren.

- ☐ A1 (<125 cc en < 11 kW) _____
- ☐ A2 (>125 cc maximum 35 kW) _____
- ☐ A (ongeacht de cilinderinhoud) _____
- ☐ B (personenwagen) _____
- ☐ Andere _____

Met welk voertuig rijdt u het vaakste?

- ☐ Merk _____
- ☐ Model _____
- ☐ Cilinderinhoud (cc) _____
- ☐ Vermogen (kW) _____

Hoeveel kilometer hebt u ongeveer afgelegd (km/jaar)?

- ☐ 2019 _____
- ☐ 2018 _____
- ☐ 2017 _____

Hoe vaak bestuurt u een gemotoriseerde tweewieler? (gelieve slechts één optie te selecteren)

- ☐ minder dan één keer per week
- ☐ één keer per week
- ☐ twee à drie keer per week
- ☐ meer dan drie keer per week

Is uw gezichtsvermogen gecorrigeerd?

- Ja
- Neen

Draagt u lenzen?

- Ja
- Neen

Kunt u bevestigen dat uw rechteroog het dominante is?

- Ja
- Neen

Om te weten welk oog dominant is kan men de volgende (zeer eenvoudige) test uitvoeren:

- 1) neem een blad en maak er een gat in (diameter ongeveer 2 cm)
- 2) hou het blad op armlengte
- 3) fixeer een voorwerp door het gat heen
- 4) sluit het rechteroog en daarna het linker
- 5) het dominante oog is datgene dat het voorwerp ziet terwijl het andere oog gesloten is

Meer informatie hierover is te vinden op https://fr.wikipedia.org/wiki/%C5%92il_directeur

Selecteer de datum waarop u beschikbaar bent om de test af te leggen:

- Plaats van het gebeuren: Ifsttar/Satie, gebouw Digiteo 660, rue Noetzlin, 91190 Gif-sur-Yvette.
- Opmerking: we contacteren u om het precieze tijdstip te bevestigen zodra de data voor de test bevestigd zijn

WEEK 1

- maandag 18/11 - tussen 9.00 en 12.00 uur
- maandag 18/11 - tussen 12.00 en 15.00 uur
- maandag 18/11 - tussen 15.00 en 18.00 uur
- dinsdag 19/11 - tussen 9.00 en 12.00 uur
- dinsdag 19/11 - tussen 12.00 en 15.00 uur
- dinsdag 19/11 - tussen 15.00 en 18.00 uur
- woensdag 20/11 - tussen 9.00 en 12.00 uur
- woensdag 20/11 - tussen 12.00 en 15.00 uur
- woensdag 20/11 - tussen 15.00 en 18.00 uur
- donderdag 21/11 - tussen 9.00 en 12.00 uur
- donderdag 21/11 - tussen 12.00 en 15.00 uur
- donderdag 21/11 - tussen 15.00 en 18.00 uur
- vrijdag 22/11 - tussen 9.00 en 12.00 uur
- vrijdag 22/11 - tussen 12.00 en 15.00 uur
- vrijdag 22/11 - tussen 15.00 en 18.00 uur

WEEK 2

- maandag 25/11 - tussen 9.00 en 12.00 uur
- maandag 25/11 - tussen 12.00 en 15.00 uur
- maandag 25/11 - tussen 15.00 en 18.00 uur
- dinsdag 26/11 - tussen 9.00 en 12.00 uur
- dinsdag 26/11 - tussen 12.00 en 15.00 uur
- dinsdag 26/11 - tussen 15.00 en 18.00 uur
- woensdag 27/11 - tussen 9.00 en 12.00 uur
- woensdag 27/11 - tussen 12.00 en 15.00 uur
- woensdag 27/11 - tussen 15.00 en 18.00 uur
- donderdag 28/11 - tussen 9.00 en 12.00 uur
- donderdag 28/11 - tussen 12.00 en 15.00 uur
- donderdag 28/11 - tussen 15.00 en 18.00 uur
- vrijdag 29/11 - tussen 9.00 en 12.00 uur

- vrijdag 29/11 - tussen 12.00 en 15.00 uur
- vrijdag 29/11 - tussen 15.00 en 18.00 uur

Naam:

Voornaam:

E-mailadres:

Mobiel telefoonnummer:

Andere reacties / nuttige opmerkingen:



Institute Vias

Haachtsesteenweg 1405, 1130 Brussel · Chaussée de Haecht 1405, 1130 Bruxelles · +32 2 244 15 11 · info@vias.be · www.vias.be