Projet ANR- 10-CHEX-014-01

SHARED: Shape Analysis and Registration of People Using Dynamic Data

Programme Chaire d’Excellence 2010

[A Identification (H) 2](#_Toc358726659)

[B Livrables et jalons (H,V) 2](#_Toc358726660)

[C Rapport d’avancement 3](#_Toc358726661)

[C.1 Objectifs initiaux du projet (H) 3](#_Toc358726662)

[C.2 Travaux effectués et résultats atteints sur la période concernée (V,G) 3](#_Toc358726663)

[C.3 Difficultés rencontrées et solutions (V,G) 3](#_Toc358726664)

[C.4 Faits et résultats marquants (V,G) 3](#_Toc358726665)

[C.5 Travaux spécifiques aux entreprises (le cas échéant) 3](#_Toc358726666)

[C.6 Réunions du consortium (projets collaboratifs) 4](#_Toc358726667)

[C.7 Commentaires libres (H) 4](#_Toc358726668)

[D Valorisation et impact du projet depuis le début 5](#_Toc358726669)

[D.1 Publications et communications (V,G) 5](#_Toc358726670)

[D.2 Autres éléments de valorisation (H,V,G) 6](#_Toc358726671)

[D.3 Pôles de compétitivité (projet labellisés) 7](#_Toc358726672)

[D.4 Personnels recrutés en CDD (hors stagiaires) 7](#_Toc358726673)

[D.5 État financier (V) 8](#_Toc358726674)

[E Annexes (V,G) 8](#_Toc358726675)

Ce document est à remplir par le coordinateur en collaboration avec les partenaires du projet. Il doit être transmis par le coordinateur aux échéances prévues dans les actes attributifs :

1. à l’ANR
2. aux pôles de compétitivité ayant accordé leur label au projet.

L’ensemble des partenaires doit avoir une copie de la version transmise à l’ANR.

Il doit être accompagné d’un résumé public du projet mis à jour, conformément au modèle associé à ce document.

Ce modèle doit être utilisé uniquement pour le(s) compte(s)-rendu(s) intermédiaire(s) défini(s) dans les actes attributifs de financement, hors rapport T0+6 pour lequel il existe un modèle spécifique. Il existe également un modèle spécifique au compte-rendu final.

# Identification (H)

|  |  |
| --- | --- |
| Acronyme du projet | SHARED |
| Titre du projet | Shape Analysis and Registration of People Using Dynamic Data |
| Coordinateur du projet (société/organisme) | Hyewon SEO  (UMR 7005 LSIIT/Université de Strasbourg) |
| Date de début du projet  Date de fin du projet | 15.12.2010  14.12.2014 |
| Labels et correspondants des pôles de compétitivité  (pôle, nom et courriel du corresp.) | - |
| Site web du projet, le cas échéant | - |

|  |  |
| --- | --- |
| Rédacteur de ce rapport | |
| Civilité, prénom, nom | Mme. Hyewon SEO,  Mr. Frederic CORDIER,  Mr. Vasyl MYKHALCHUK,  Mr. Guoliang LUO,  Mr. Frederic LARUE,  Mr. Olivier GENEVAUX. |
| Téléphone | 03.6885.4558 |
| Courriel | [seo@unistra.fr](mailto:seo@unistra.fr) |
| Date de rédaction | 15.06.2013 |
| Période faisant l’objet du rapport d’activité | 15.09.2012  ~ 15.06.2013 |

# Livrables et jalons (H,V)

Quand le projet en comporte, reproduire ici le tableau des jalons et livrables fourni au début du projet. Mentionner l’ensemble des livrables, y compris les éventuels livrables abandonnés, et ceux non prévus dans la liste initiale.

| **N°** | **Intitulé** | **Nature\*** | **Date de fourniture** | | | **Partenaires** (souligner le responsable) |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Prévue initialement | Replanifiée | Livrée |
| 1 | D2.1 Registration prototype and test results | Logiciel | Dec 2012  (M24) | Sep 2013 | - | Unistra |
| 2 | D2.2 Research results and publications | Document+ données | Juin 2013  (M30) | - | Juin 2013  (M30) | Unistra |
| 3 | D2.3 Multiple dataset registered | Données | Juin 2013  (M30) | - | Juin 2013  (M30) | Unistra |
| 4 | M2: A population of dynamic data successfully processed by the registration | Jalon | Juin 2013  (M30) | Nov 2013  (M34) | - | Unistra |
| 5 | D2.4 Compression solution of 3D animation sequences | Logiciel+ document | - | Mai 2013  (M29) | Mai 2013  (M29) | Unistra |

\* jalon, rapport, logiciel, prototype, données, …

# Rapport d’avancement

## Objectifs initiaux du projet (H)

Maximum 10 à 20 lignes.

|  |
| --- |
| As clearly stated in our project proposal, the overall objective of SHARED is to develop **a shape analysis and novel registration technique that makes use of dynamic properties of deforming entities**. In particular, the specific objectives that had been planned during the period of T19—T30 have been the following:  1. Development of new **surface registration techniques** that makes use of the time-varying features encoding the deformation behavior of the graphical entities. With the formulation of an optimization problem, we aim at finding spatio-temporal correspondence that minimizes the dissimilarity (error) in surface distance, deformation gradient tensor, etc.  2. Development of **tempo-spatial segmentation** of deforming mesh sequence that automatically computes the temporal and spatial segmentation of the given mesh sequence, so as to maximize the within- segment affinities. We aim at further extending the work towards similarity measure on movement data, (dynamic) shape query, and compression of mesh sequence.  3. Statistical model construction: We mention this objective here just to remind ourselves with the very initial plan of the project, as it has been slightly modified last year when we have decided to reduce the priority on it (Please refer to our previous intermediate report (T18)). We compensate this by putting more priority on the objective 2, which has been newly set last year. |

## Travaux effectués et résultats atteints sur la période concernée (V,G)

Maximum 1 page. Travaux et résultats obtenus pendant la période concernée, conformité de l’avancement des travaux avec le plan initialement prévu. Prévision de travaux pour la (les) prochaine(s) période(s).

|  |
| --- |
| **Registration of shapes - Static case.** We modified our landmark transfer algorithm and applied it to a dense correspondence problem. The core idea of the sparse correspondence computation, which we developed last year, has been extended to a more general problem of the dense correspondence. We consider every vertex on a source mesh as a landmark position and compute its matching counterpart on a target mesh by reusing a minimal graph, which consists of a whole set of geometric features. In future, we further consider combining ‘within-surface’ graph and skeleton/reeb graph coordinates. This approach and results to be published in Computers & Graphics journal [1].  **Registration of shapes - Dynamic case.** Development of a new method for a pair-wise registration of deforming shape sequences is currently in progress. Within the current settings we assume a deforming shape to be represented in a form of an animated triangle mesh with a constant connectivity (however this constraint could be possibly relaxed to a purely dynamic mesh). We approach the problem from two sides: as a “spatio” registration (alignment with respect to embedding in space only), and as a “spatio-temporal” registration (alignment with respect to embedding in space-time). In contrast to the state-of-the-art shape matching, our algorithm does not rely solely on the intrinsic properties of registered surfaces. Differently, we use all the rich amount of information redundancy exhibited during a deforming motion of the surface. Our key idea is to consider a deforming mesh as an object embedded in 4-d space-time, and hence to extract spatio-temporal feature points rather then spatial. We define spatio-temporal features with regard to correlation matrices of triangle strain tensors in local space-time neighbourhoods, favouring those with “rounder” associated ellipsoids. This body of work is of high importance to the project and we expect to fully finish it within the next year.  [1] Vasyl Mykhalchuk, Frederic Cordier, Hyewon Seo: Landmark Transfer with Minimal Graph, Computers & Graphics (Elsevier), Vol. 37, Issue 5, August 2013, Pages 539–552. |

## Difficultés rencontrées et solutions (V,G)

Maximum 10 à 20 lignes. Difficultés éventuelles rencontrées et solutions de remplacement envisagées ex : impasse technique, abandon d’un prestataire, maîtrise des délais, maîtrise des budgets. Faut-il revoir le contenu du projet ? Faut-il revoir le calendrier du projet ?

|  |
| --- |
| **The lack of dynamic data.** We have discovered that we somehow miss dynamic time-varying geometry data sets which exhibit semantically the same movements. And that is an essential ingredient for our on-going development of spatio-temporal registration and spatio-temporal segmentation algorithms. To overcome this, first we try to engage a 3d modeller to assist in creation of our custom animated meshes, such as different animal models but with the same motion. Second, we already have an array of animated face meshes, which we obtained during 3 motion capture (Mocap) sessions last year. The only problem with this data is that it is rather low-resolutional and hence is not quite practical to use. Therefore, we plan to obtain face surface scans of multiple individuals and induce animation of those dense scans from sparse Mocap marker trajectories. Third, it is of high importance to produce ground truth animations to validate our methods.  **Dimensionality and exhaustive search**. Registration as any other optimization problem is prone to the curse of dimensionality. The number of degrees of freedom is especially high in the spatio-temporal case. Hence our objective function is highly non-convex and the computational time of the minimization problem explodes. There is no silver bullet for this problem, however, we investigate a per segment optimization solution (i.e. constraints on the search space). Each spatio-temporal segment (obtained via our spatio-temporal segmentation algorithm) has relatively small number of DoFs and is aligned independently. Indirectly related step is to drive analytical derivatives of the objective function and therefore get huge improvement in computational time. |

## Faits et résultats marquants (V,G)

En quelques lignes pour chaque fait ou résultat marquant. Cet élément pourrait donner lieu à communication, après accord du coordinateur du projet.

|  |
| --- |
| As an outcome of over work we already shipped several algorithms and papers.  **Sparse and dense registration of static shapes**. We developed an efficient and robust algorithm for the landmark transfer on 3D meshes that are approximately isometric. The main advantage of our method over existing approaches is its low computation time. Differently from existing non-rigid registration techniques, our method detects and uses a minimum number of geometric features that are necessary to accurately locate the user-defined landmarks and avoids performing unnecessary full registration. In addition, unlike previous techniques that assume strict consistency with respect to geodesic distances, we adopt histograms of geodesic distance to define feature point coordinates, in order to handle the deviation of isometric deformation. This allows us to accurately locate the landmarks with only a small number of feature points in proximity, from which we build what we call a minimal graph. The method is applicable both for sparse and dense correspondence problems. To be published in Computers & Graphics journal.  **Registration of time-varying shapes**. We designed a novel algorithm for a correspondence search between dynamic geometry data sets. The most essential part of the method concerned with our newly defined 4d spatio-temporal feature points. In order to extract those features we analyse correlation matrices of triangle strain tensors in local space-time neighbourhoods of the points from the animated mesh (considered as an object embedded in 4d). Each correlation matrix shows how the strain changes locally and is associated to an ellipsoid with the principal axes aligned along eigen-values of the matrix. The rounder the ellipsoid the higher is its prominence. Feature points defined as it was described are used to drive the spatio/spatio-temporal alignment through an optimization. |

## Travaux spécifiques aux entreprises (le cas échéant)

Entreprise xxx

Maximum 10 à 20 lignes par entreprise. Pour chaque entreprise du consortium, décrire les activités dans le projet, en se concentrant sur les apports, collaborations et perspectives liés au projet. Préciser notamment les perspectives d’application industrielle ou technologique, de potentiel économique et commercial, d’intégration dans l’activité industrielle, etc.

|  |  |
| --- | --- |
| Entreprise | Xxx |
| Rédacteur (nom + adresse mél) |  |
| … | |

## Réunions du consortium (projets collaboratifs)

| **Date** | **Lieu** | **Partenaires présents** | **Thème de la réunion** |
| --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |

## Commentaires libres (H)

Commentaires du coordinateur (H)

Commentaire général à l’appréciation du coordinateur, sur l’état d’avancement du projet, les interactions entre les différents partenaires…

|  |
| --- |
| \* General remarks: During the period of 2012-2013, we have published 3 international journal articles (Computer Aided Design, Computers & Graphics, Computer Animation and Virtual Worlds) and have submitted 1 international conference paper (Pacific Graphics). In 2013, we plan to submit at least 1 more article to an international conference (with journal publication). Overall, we believe that we are in good shape and have made progress according to the plan that we set last year, although we are approximately 6 months behind the schedule that have been initially set. In the coming year, we plan to complete objective1 and objective2, with rigorous validation and quality publications.  \* Detail remarks:  The newly added task, tempo-spatial segmentation on mesh sequence, has been a challenging one for us for two reasons: (1) We are the first people working on this subject although there exist a large body of comparable/profitable works in video processing, and (2) the subject is relatively new to the team. Thanks to our immense efforts, however, we start to have some promising results. We plan to further develop our current method and make rigorous experiments in the coming year. In particular, we will focus on the graph-based encoding, and similarity measure of, mesh sequences, which we will demonstrate by measuring motion-similarities on a large number of dynamic dataset. However, such dataset does not exist today, and acquiring it seems a big challenge. The data we are currently using come from various sources (some publically available dataset from previous works on deformation transfer [Sumner et al 2004] and facial expression cloning, some are made by our own, and others we acquired from the motion capture), but are very limited in quantity. Also, the data from motion capture is not fully satisfactory as its spatial sampling is rather sparse. To take up this challenge, we (with stagier students) started to develop methods that combine motion-capture data and mesh data from scan imaging, allowing densely sampled data both temporally and spatially.  The development of new surface registration techniques on dynamic datahas been through several pause-and-resume phases due to the revision of a journal article. The reviewers of Computers & Graphics have requested us to rigorously validate our landmark transfer work on large benchmark data, comparing it with several state-of-the-art works. This required us to process a large dataset, communicate with authors of other papers, and sometimes implement existing methods. In the end, these turned out to be very useful for the completeness of our work, but we somehow spent some considerable amount of time, which was not part of the initial/recent plan. We plan to fully concentrate on this task in the coming year.  We have opened a project website (<http://shared.u-strasbg.fr>), where we make our motion captured data available. We plan to enrich this website with mesh sequences we have generated/tested in our experiments. Thanks to our collaboration with others inside and outside our research team, we are very likely to realize this plan.  Lastly but not least, the principal members of the project team (Hyewon SEO, project responsible, Vasyl MYKHALCHUK, PhD candidate and Guoliang LUO, PhD candidate) plan to commit a 1-month mission at the MIRALab, University of Geneva (invited by Prof. Nadia Magnenat-Thalmann). It is our wish to make this mission fruitful for everyone involved. In particular, it will open a unique opportunity to extend/disseminate our work to medical data, as we will collaborate with MIRALab members who work on a medical project (MultiscaleHuman, EU FP7-PEOPLE). We also expect to establish a long-term scientific collaboration, reinforce our research network, and to nourish the careers of PhD candidates.  [Sumner et al 2004] Robert W. Sumner, Jovan Popovic, Deformation Transfer for Triangle Meshes, ACM Transactions on Graphics, 23(3), August 2004.  [Noh et al 2001] Jun-Yong Noh , Ulrich Neumann, Facial Expression Cloning, 2001. ACM SIGGRAPH 2001: 277-288, 2001. |

Commentaires des autres partenaires

Éventuellement, commentaires libres des autres partenaires

|  |
| --- |
| … |

Question(s) posée(s) à l’ANR (H)

Éventuellement, question(s) posée(s) à l’ANR…

|  |
| --- |
| As we had difficulties recruiting PhD candidates with the commence of the project, the overall schedule had been delayed around 6 months. Despite all our efforts to catch up with the initial schedule, we are afraid that the delay of the project is unavoidable. Thus, we would like to ask the authorization of ANR on the prolongation of the project duration till June 2015. |

# Valorisation et impact du projet depuis le début

Cette partie rassemble des éléments cumulés depuis le début du projet qui seront suivis tout au long de son avancée, et repris dans son bilan final.

## Publications et communications (V,G)

Citer les publications résultant du projet en utilisant les normes habituelles du domaine. Si la publication est accessible en ligne, préciser l’adresse. L’ANR encourage, dans le respect des droits des co-auteurs et des éditeurs, à publier les articles résultant des projets qu’elle finance dans l’archive ouverte pluridisciplinaire HAL : <http://hal.archives-ouvertes.fr/>

**Attention** : éviter une inflation artificielle des publications, mentionner uniquement celles qui résultent directement du projet (postérieures à son démarrage, et qui citent le soutien de l’ANR et la référence du projet).

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Liste des publications multipartenaires (résultant d’un travail mené en commun)** | | |
| **International** | **Revues à comité de lecture** |  |
| **Ouvrages ou chapitres d’ouvrage** |  |
| **Communications (conférence)** |  |
| **France** | **Revues à comité de lecture** |  |
| **Ouvrages ou chapitres d’ouvrage** |  |
| **Communications (conférence)** |  |
| **Actions de diffusion** | **Articles de vulgarisation** |  |
| **Conférences de vulgarisation** |  |
| **Autres** |  |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Liste des publications monopartenaires (impliquant un seul partenaire)** | | |
| **International** | **Revues à comité de lecture** | 1. Mykhalchuk V., Cordier F., Seo H., Landmark Transfer with Minimal Graph, Computers & Graphics (Elsevier), Vol. 37, issue 5, August 2013, pp. 539-552. 2. Seo H., Kim S., Cordier F., Choi J. and Hong K., Estimating Dynamic Skin Tension Lines in Vivo using 3D Scans, Computer-Aided Design, (Proc. ACM Symposium on Solid and Physical Modeling 2012, October 29-31, Dijon, France), Elsevier. |
| **Ouvrages ou chapitres d’ouvrage** |  |
| **Communications (conférence)** | 1. Seo H., Kim S., Cordier F., Choi J. and Hong K., Estimating Dynamic Skin Tension Lines in Vivo using 3D Scans, Computer-Aided Design, (Proc. ACM Symposium on Solid and Physical Modeling 2012, October 29-31, Dijon, France), Elsevier. |
| **France** | **Revues à comité de lecture** |  |
| **Ouvrages ou chapitres d’ouvrage** |  |
| **Communications (conférence)** |  |
| **Actions de diffusion** | **Articles de vulgarisation** |  |
| **Conférences de vulgarisation** |  |
| **Autres** |  |

## Autres éléments de valorisation (H,V,G)

Les éléments de valorisation sont les retombées autres que les publications. On détaillera notamment :

* brevets nationaux et internationaux, licences, et autres éléments de propriété intellectuelle consécutifs au projet.
* logiciels et tout autre prototype
* actions de normalisation
* lancement de produit ou service, nouveau projet, contrat,…
* le développement d’un nouveau partenariat,
* la création d’une plate-forme à la disposition d’une communauté
* création d’entreprise, essaimage, levées de fonds
* autres (ouverture internationale,..).

Ce tableau détaille les brevets nationaux et internationaux, licences, et autres éléments de valorisation consécutifs au projet, du savoir-faire, des retombées diverses en précisant les partenariats éventuels. Voir en particulier celles annoncées dans l’annexe technique.

|  |  |
| --- | --- |
| **Liste des éléments. Préciser les titres, années et commentaires** | |
| **Brevets internationaux obtenus** |  |
| **Brevet internationaux en cours d’obtention** |  |
| **Brevets nationaux obtenus** |  |
| **Brevet nationaux en cours d’obtention** |  |
| **Licences d’exploitation (obtention / cession)** |  |
| **Créations d’entreprises ou essaimage** |  |
| **Nouveaux projets collaboratifs** |  |
| **Colloques scientifiques** | 1. Hyewon SEO, "Shape analysis and registration of people using dynamic data", visiting lab seminar, MIRALab, Université de Genève, Suisse, janvier 2013. 2. Hyewon SEO, " Shape analysis and registration of people using dynamic data", presentation at team meeting, IGG, ICube, june 2013. |
| **Autres (préciser)** |  |

## Pôles de compétitivité (projet labellisés)

Pour les projets labellisés par un ou plusieurs pôles de compétitivité,

Collaboration du projet avec le(s) pôle(s) ayant labellisé

Quelles collaborations y a-t-il eu entre votre projet et le(s) pôle(s) de compétitivité l’ayant labellisé ?

|  |
| --- |
| … |

Activités financées par le complément de pôle (laboratoires publics uniquement)

Détailler les activités réalisées par les laboratoires publics avec le complément de financement accordé au titre de la labellisation. Préciser notamment les partenaires impliqués et la collaboration menée avec le ou les pôles.

|  |  |
| --- | --- |
| **Montant du complément accordé par l’ANR (pour chaque labo public)** | * Partenaire XXX : xxx € * Partenaire YYY : yyy € |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Type d’action menée** | **Détails**  (exemples non limitatifs) | **Dépenses complément de pôle\*** |
| **Actions contribuant à la réflexion stratégique et à la programmation scientifique du pôle** | Ex : Participation aux journées thématiques organisées par le pôle | Xxx : xxy €  Yyy : yyy € |
| **Actions de communication scientifique et publique bénéficiant à la notoriété du pôle** | Ex : colloque de projets | Xxx : xxy €  Yyy : yyy € |
| **Développement de la recherche partenariale (recherche de partenaires, frais de gestion du partenariat, ingénierie de projets,...)** | Ex : accord de consortium, frais de formation à la propriété intellectuelle, à la gestion de projets, dépenses relatives au montage du projet | Xxx : xxy €  Yyy : yyy € |
| **Valorisation de la recherche et transfert vers le monde industriel** | Ex : étude de brevetabilité | Xxx : xxy €  Yyy : yyy € |

\* Estimation des dépenses imputées sur le complément de financement accordé au titre de la labellisation par un pôle de compétitivité, partenaires publics seulement.

## Personnels recrutés en CDD (hors stagiaires)

Ce tableau dresse le bilan du projet en termes de recrutement de personnels non permanents sur CDD ou assimilé. Renseigner une ligne par personne embauchée sur le projet quand l’embauche a été financée partiellement ou en totalité par l’aide de l’ANR et quand la contribution au projet a été d’une durée au moins égale à 3 mois, tous contrats confondus, l’aide de l’ANR pouvant ne représenter qu’une partie de la rémunération de la personne sur la durée de sa participation au projet.

Les stagiaires bénéficiant d’une convention de stage avec un établissement d’enseignement ne doivent pas être mentionnés.

Des données complémentaires sur le devenir professionnel des personnes concernées seront demandées à la fin du projet. Elles pourront faire l’objet d’un suivi jusqu’à 5 ans après la fin du projet.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Identification** | | | | **Avant le recrutement sur le projet** | | | **Recrutement sur le projet** | | | |
| Nom et prénom | Sexe  H/F | Adresse email (1) | Date des dernières nouvelles | Dernier diplôme obtenu au moment du recrutement | Lieu d'études (France, UE, hors UE) | Expérience prof. antérieure (ans) | Partenaire ayant embauché la personne | Poste dans le projet (2) | Date de recrutement | Durée missions (mois) (3) |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

Aide pour le remplissage

**(1) Adresse email**: indiquer une adresse email la plus pérenne possible

**(2) Poste dans le projet** : post-doc, doctorant, ingénieur ou niveau ingénieur, technicien, vacataire, autre (préciser)

**(3) Durée missions** : indiquer en mois la durée totale des missions (y compris celles non financées par l’ANR) effectuées ou prévues sur le projet

Les informations personnelles recueillies feront l’objet d’un traitement de données informatisées pour les seuls besoins de l’étude anonymisée sur le devenir professionnel des personnes recrutées sur les projets ANR. Elles ne feront l’objet d’aucune cession et seront conservées par l'ANR pendant une durée maximale de 5 ans après la fin du projet concerné. Conformément à la loi n° 78-17 du 6 janvier 1978 modifiée, relative à l'Informatique, aux Fichiers et aux Libertés, les personnes concernées disposent d'un droit d'accès, de rectification et de suppression des données personnelles les concernant. Les personnes concernées seront informées directement de ce droit lorsque leurs coordonnées sont renseignées. Elles peuvent exercer ce droit en s'adressant l'ANR (http://www.agence-nationale-recherche.fr/Contact).

## État financier (V)

Donner un état indicatif de la consommation des crédits par les partenaires. Indiquer la conformité par rapport aux prévisions et expliquer les écarts significatifs éventuels.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Nom du partenaire** | **Crédits**  **consommés**  **(en %)** | **Commentaire éventuel** |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |

# Annexes (V,G)