



























# Résumé

Ce mémoire a été réalisé à la suite d'un stage effectué à la *Berlin-Brandenburgische Akademie der Wissenschaft* (BBAW) du mois d'avril à fin juillet 2021 dans le cadre du Master Technologies numériques appliquées à l'histoire de l'École nationale des chartes. Il présente diverses réalisations menées au sein du projet académique *Alexander von Humboldt auf Reisen - Wissenschaft aus der Bewegung* qui met en oeuvre l'édition numérique et imprimée des carnets de voyage et de la correspondance du scientifique Alexander von Humboldt. Le premier projet a été le développement de fonctions de recherche et de visualisations de la correspondance d'Alexander von Humboldt au sein d'un Jupyter Notebook. Le second avait pour objectif d'enrichir les données de correspSearch, portail web initié par la BBAW et proposant des lettres issues de correspondances éditées. Puisqu'au sein de ces deux missions les données utilisées sont des données externes, ce mémoire revient également sur les notions de web sémantique, de l'*open source* et du *linked open data*.

**Mots-clés** : correspondances, sciences du XIX<sup>e</sup> siècle, Alexander von Humboldt, histoire scientifique allemande, histoire scientifique européenne, échanges épistolaires, carnets de voyage, Python, Jupyter Notebook, Application Flask, correspSearch, BBAW, humanités numériques, visualisation de données

**Informations bibliographiques** : Axelle Lecroq, *Entre enrichissement et développement de projets : l'utilisation de données externes pour la correspondance d'Alexander von Humboldt*, mémoire de master Technologies numériques appliquées à l'histoire, sous la direction d'Ariane Pinche, École nationale des chartes, 2021.



# Remerciements

Le stage duquel est issu ce mémoire n'aurait pu avoir lieu sans l'aide financière du programme Erasmus+ ainsi que de l'Organisation franco-allemande pour la jeunesse (OFAJ). Les bourses que j'ai reçues ont été une aide précieuse pour effectuer ce stage dans les meilleures conditions possibles. Dans ce sens, je remercie particulièrement monsieur Alexis de Canck, responsable des relations européennes et internationales de l'École nationale des chartes ainsi que madame Jennifer Lauer, responsable des échanges universitaires et des volontariats au sein de l'OFAJ pour leur disponibilité et leur accompagnement.

Je voudrais remercier toute la communauté scientifique et administrative de l'Académie des sciences de Berlin-Brandebourg qui m'a accueillie et intégrée dès mon arrivée et ce, tout au long de mon séjour me permettant de profiter pleinement de cette expérience. Mes pensées vont particulièrement à monsieur Ulrich Päßler, chercheur et responsable adjoint du projet *Alexander von Humboldt auf Reisen - Wissenschaft aus der Bewegung* qui a également eu le rôle de tuteur de stage. Merci pour son encadrement et tous les échanges riches au cours de ces quatre mois d'apprentissage. Je remercie également monsieur Tobias Kraft, chercheur et responsable de ce projet académique ainsi que monsieur Christian Thomas, chercheur en son sein pour leur accompagnement, leur disponibilité et leur intérêt. Un remerciement particulier se tourne vers monsieur Gordon Fischer qui m'a accompagné techniquement sur les deux projets réalisés. Je tiens à témoigner ma reconnaissance à toutes ces personnes citées pour l'autonomie et la liberté qu'elles m'ont accordées. J'ai beaucoup appris et j'en ressors riche de cette expérience professionnelle.

Pour son encadrement, je tiens à remercier très chaleureusement madame Ariane Pinche. Son expertise, sa bienveillance, son écoute ainsi que ses conseils ont été très précieux au cours de cette année scolaire et lors de la rédaction de ces pages.

Pour son investissement et ses corrections particulièrement justes, je tiens à apporter toute ma gratitude à Louise Delaporte, amie de longue date, qui a pris le temps de relire et de corriger ces pages. Son soutien et son amitié m'ont été particulièrement importants sur la fin de la rédaction de ce mémoire.

Enfin, je tiens à témoigner de mon amitié sincère à Léa Périssier, étudiante également au sein du master Technologies numériques appliquées à l'histoire à l'École nationale des chartes, pour son soutien tout au long de cette année scolaire, pour sa grande camaraderie et son humour. Ces mois de cours en ligne auraient été beaucoup plus fades sans elle. Je souhaite de tout coeur que ces derniers mois représentent le début d'une longue amitié.





# Table des matières

Résumé	iii
Remerciements	v
Table des matières	vii
Introduction	1
<b>I Apports de données externes</b>	<b>5</b>
<b>1 L'édition, ses données et leur interopérabilité</b>	<b>7</b>
1.1 Données structurées en TEI . . . . .	7
1.1.1 Le TEI et le DTABf . . . . .	7
1.1.2 L'environnement logiciel oXygen Author et l'interface ediarum . . .	9
1.1.3 L'encodage général . . . . .	10
1.2 Interopérabilité et web de données . . . . .	11
1.2.1 Entre théorie... . . . .	11
1.2.2 ...et pratique . . . . .	13
<b>2 Les données externes et leur accessibilité</b>	<b>17</b>
2.1 L'utilisation au sein de l' <i>edition humboldt digital</i> de données et services web tierces . . . . .	17
2.1.1 Définitions . . . . .	17
2.1.2 Les services web et données externes : l'édition numérique au sein d'un large réseau . . . . .	19
2.2 Les données manipulées au cours du stage . . . . .	22
2.2.1 Kalliope-Verbundkatalog . . . . .	22
2.2.2 Société Américaine de Philosophie (APS) . . . . .	24
2.2.3 Catalogue général de la Bibliothèque nationale de France . . . . .	25
<b>3 Des données brutes aux données traitées</b>	<b>27</b>
3.1 Nettoyer . . . . .	27

3.2	Fusionner . . . . .	29
3.3	Enrichir . . . . .	30

## II Développer de nouvelles fonctionnalités avec des données tierces 33

<b>4</b>	<b>Entre recherche et ingénierie</b>	<b>35</b>
4.1	Le corpus archivistique . . . . .	35
4.1.1	La correspondance d'Alexander von Humboldt . . . . .	35
4.1.2	Reconstituer la correspondance d'Alexander von Humboldt : les archives de la <i>Berlin-Brandenburgische Akademie der Wissenschaft</i>	37
4.2	L'aide à la recherche numériquement retranscrite . . . . .	38
4.3	<i>Humboldt Chronopographie</i> : un outil expérimental . . . . .	39
<b>5</b>	<b>Développement d'outils de recherche et des visualisations</b>	<b>45</b>
5.1	L'environnement technique et les librairies choisies . . . . .	46
5.1.1	Le choix de l'environnement technique : Jupyter Notebook . . . . .	46
5.1.2	Les librairies utilisées . . . . .	47
5.2	Algorithmie et réalisations . . . . .	49
5.2.1	Fonctions de recherche . . . . .	50
5.2.2	Visualisations . . . . .	53
<b>6</b>	<b>Accessibilités</b>	<b>57</b>
6.1	Accès aux données . . . . .	57
6.2	Accès au projet . . . . .	60
6.2.1	Livable : un dépôt github . . . . .	60
6.2.2	Communiquer autour du projet . . . . .	60

## III Enrichir des projets numériques de la BBAW grâce aux données externes 62

<b>7</b>	<b>correspSearch : collaborer autour des échanges épistolaires</b>	<b>64</b>
7.1	correspSearch : le projet et ses objectifs . . . . .	64
7.2	Le format CMI (CMIF) . . . . .	66
<b>8</b>	<b>De la conception au développement</b>	<b>68</b>
8.1	Les objectifs du <i>cS matching tool</i> . . . . .	68
8.2	Développements back end et front end . . . . .	70
8.2.1	Back end : algorithmie . . . . .	70
8.2.2	Front end : interface utilisateur . . . . .	74

<b>9 Apports et livrables</b>	<b>78</b>
9.1 Résultats et perspectives de l'outil développé . . . . .	78
9.1.1 Enrichissement des données de correspSearch : les résultats . . . . .	78
9.1.2 Améliorations et perspectives . . . . .	79
9.2 Cible et accessibilité du projet . . . . .	80
<b>Conclusion</b>	<b>82</b>
<b>Bibliographies thématiques</b>	<b>86</b>
<b>Acronymes</b>	<b>93</b>
<b>Table des figures</b>	<b>95</b>
<b>Liste des tableaux</b>	<b>97</b>
<b>Annexes</b>	<b>100</b>
A Le modèle de données en réseau de l' <del>CSS</del> <sup>^</sup> <del>P</del> ~\ <del>4bYz</del> @ <del>LS</del> Y	100
B Différence entre le format MODS et DC. : <del>B</del> ‡C\ eY @~^C YzqC @C , <del>4SP</del> C^ f b% C Â O~\ <del>4bYz</del> C^ cD / b~ cD {i	101
C Fonction en Python retournant les informations géographiques d'un lieu donné	103
D Aide à la recherche dactylographiée : <del>B</del> ‡C\ eYs @Ce LCs zSq Cs @C Y- S@C Â Y qC-PCq-PC @Cs - q-PSfCs O~\ <del>4bYz</del> @C Y 33, „	105
E L'outil O~\ <del>4bYz</del> ; <del>Pqp</del> ^ bzbeblq ePSC : ; - ez-qCs @ <q ^ @C Yb~ zSYC‡Q e qS\ C^z Y	107
F Visualisations cartographiques	110
G Comparaison du design des sites web des projets de la BBAW	112



# Introduction

*En histoire, comme ailleurs, ce qui compte, ce n'est pas la machine, mais le problème. La machine n'a d'intérêt que dans la mesure où elle permet d'aborder des questions neuves, originales par les méthodes, les contenus et surtout l'ampleur<sup>c</sup>.*

L'article "La fin des érudits" d'Emmanuel Le Roy Ladurie, publié dans le *Nouvel Observateur* le 8 mai 1968, fait encore sens aujourd'hui et particulièrement pour les ingénieurs de recherche en humanités numériques. Il met en exergue l'analyse de vastes corpus de documents dont les données sont capitales mais dont les dimensions ont défié les efforts des chercheurs. Il s'agit d'une référence incontournable dans les débats et dans la réflexion des historiens autour du rôle de l'ordinateur et des nouvelles technologies en général. Le Roy Ladurie exprime l'importance qu'il a accordé aux nouvelles méthodes proposées par les sciences dans son propre travail d'historien. Le recours aux technologies en sciences humaines et sociales ont profondément modifié les procédés d'analyse des sources primaires de la recherche. Les documents qui fournissaient auparavant l'unique matière des études historiques subissent dorénavant des étapes de numérisation ou d'encodage en vue d'un traitement informatique. Le matériel qui est le document archivistique se transforme en données manipulables par machine et exploitables dans des projets numériques.

Le partage de ces données historiques donne l'occasion d'accroître la visibilité et les dimensions d'un corpus de recherche. Cet enjeu de la valorisation des données brutes est le cœur du mouvement de l'*open data*. Ce mouvement prône l'ouverture des données c'est-à-dire leur libre accès et leur gratuité en vue d'un traitement et/ou d'une exploitation par toute personne ou projet de recherche intéressés. L'*open data* vise à la diffusion des sources numériques auprès d'un large public ainsi qu'à l'enrichissement des ressources de la communauté scientifique dans le but de favoriser l'innovation. Le recours à des standards et normes permet à des projets scientifiques de collaborer autour de corpus communs par la production de données interopérables. En sciences humaines et sociales, la recherche a recourt à une expertise pluridisciplinaire. Ces données standardisées constituent un socle commun pour cette expertise et l'étude de corpus transverses.

C'est dans cette lignée que s'inscrit le projet académique *Alexander von Humboldt*

---

ci B \ \ - ^~CYXCpb%X @~qC> X- " ^ @Cs q~@ss >XC/ b~fCYa 4sCqf xC~qDfc\_vDg>ei {DQ\_

*auf der Reisen - Wissenschaft aus der Bewegung*<sup>1</sup> initié par la *Berlin-Brandenburgische Akademie der Wissenschaft* (en français : Académie des sciences de Berlin-Brandebourg) (BBAW). Ce projet d'édition hybride des carnets de voyage et de la correspondance d'Alexander von Humboldt se situe dans la continuité de la reconstitution et l'édition de documents hérités du scientifique par la BBAW. Alexander von Humboldt (1769-1859) est un scientifique et plus particulièrement naturaliste, géographe et explorateur allemand. Il est difficile de lui accorder un seul métier ou activité. En effet, sur sa page Wikipédia française, plus de vingt-cinq activités différentes lui sont accordées témoignant de l'intérêt de Humboldt pour toutes les sciences naturelles et de sa curiosité sans faille.<sup>1</sup> Toutefois, ses relevés topographiques et prélèvements de faune et flore lors de ses expéditions ont contribué à sa renommée. Humboldt a laissé derrière lui un important héritage scientifique, culturel et archivistique. Rédacteur de nombreux livres et notamment du *Cosmos*, son oeuvre majeure et résultat de cinq années de travail présentant une description physique de l'univers, il est également un épistolier particulièrement productif. Lors de ces nombreuses expéditions sur le globe, en plus d'être resté en contact avec son réseau scientifique grâce à une correspondance constante, il a en outre tenu des carnets de voyage contenant les itinéraires de ses périple, des mesures scientifiques et des observations ethnologiques et sociologiques.

Entre instrument de travail et carnet de voyage, les manuscrits de ses expéditions américaine et sibéro-russe se trouvent au centre du projet *Alexander von Humboldt auf der Reisen - Wissenschaft aus der Bewegung*. Leur édition comprend onze volumes qui sont publiés à la fois sous forme d'éditions imprimée et numérique<sup>1</sup>. Le projet de recherche et d'édition remplit ses tâches en étroite collaboration avec l'université de Potsdam, la bibliothèque d'État de Berlin, l'Université technique de Berlin et d'autres institutions de recherche de la région Berlin-Brandebourg. En collaboration avec l'université de Potsdam, le journal web *HIN - Humboldt im Netz* est publié deux fois par an et apporte des éclairages sur l'avancée des études humboldtiennes en allemand, anglais, espagnol et français. *Alexander von Humboldt auf Reisen* a débuté en 2015 et a été estimé à 18 ans d'activité. Faisant partie du programme servant à préserver le patrimoine culturel allemand, il est financé par le gouvernement fédéral et les Länder.

J'ai participé à ce projet en qualité de stagiaire d'avril à juillet 2021 au sein de la BBAW grâce aux financements du programme Erasmus+ et de l'Organisation franco-

---

[i B^ - ^LYS>Y e q U z s C ^ b \ C y q f C Y B ^ L O ~ \ 4 b Y z r < S ^ < C b ^ z P C / b f U ? - ^ s < C \ \ b S q > S Y s - L S e Y z z @ - z Q \ C - Y C \ - ^ @ l ~ S U Y B ^ ^ C s G s e - L G s i

{i d- q S s G s - < S f S z s < C Y C S Q S s b ^ z \ C ^ z b ^ ^ G s = L b Y L ~ C > C t e Y b q z C - q 4 b z ^ S z C > L b L q e P C > K C P C S Q \ C q p - z < P ^ \ 4 C Y f ^ > b c - ^ b L q e P C > @ \ b L q e P C > f b Y ^ ^ b Y L ~ C > < f f ^ S ^ f b % d C - q < f f ^ S ^ s < S ^ z S l ~ C > \ z q Y L ~ C > e b Y % - z P C > \ < ^ C > b b Y L S z C ^ - z - q Y S z C > S s - % S z C > \ S ^ q b Y L S z C - s z q b \ C > < Y \ - z b Q Y L ~ C > C P ^ b Y L ~ C > s < S ^ z S l ~ C > < b Y C z C q @ C e Y ^ z C > b q ^ S P b Y L ~ C > L Y 4 C q p z z C - q < b ^ b \ S z C > P b \ \ C e b Y S ~ C , Y C t ^ - ^ @ C q f b ^ O ~ \ 4 b Y z > , S M C S f > | u U S Y | C f c g ~ q Y = P z z e s = w w H j i . S V S e C S - i b q L w . S V S w Y C t ^ - ^ @ C q f b ^ O ~ \ 4 b Y z f f S S Y C | D w H w | C f c g

Ji X @ S S b ^ ^ ~ \ q f ~ C S z @ S e b ^ S Y C s - q Y C s S C C @ S S b ^ P ~ \ 4 b Y z @ S L z Y f P @ j

allemande pour la jeunesse (OFAJ). À mon arrivée, les missions du stage n'étaient pas entièrement définies. La conception des outils à réaliser a évolué en fonction des besoins et des attentes de l'équipe de l'édition ainsi que de celle du pôle des humanités numériques de la BBAW. Ainsi, j'ai été amenée à traiter des données externes au projet académique dans le but notamment de développer de nouveaux outils. J'ai été accueillie en présentiel au sein de l'équipe d'*Alexander von Humboldt auf Reisen* comprenant six personnes. Dr. Ulrich Päßler, chercheur, responsable adjoint du projet académique et tuteur de mon stage, a supervisé mes missions conjointement avec Dr. Tobias Kraft, chercheur et responsable du projet. Techniquement, j'ai été soutenue par une tierce personne, Dr. Gordon Fischer, ingénieur d'étude au sein *The Electronic Life Of The Academy* (TELOTA), pôle des humanités numériques de la BBAW.

Ce mémoire, réalisé en vue de la validation du Master Technologies numériques appliquées à l'histoire (TNAH) de l'École nationale des chartes, a pour but de présenter les missions menées en examinant les choix effectués d'une part et les méthodes mises en place pour répondre aux attentes de l'équipe de recherche d'*Alexander von Humboldt auf Reisen* d'autre part. Il ne s'agit donc pas d'un mémoire de recherche sur l'historiographie d'Alexander von Humboldt ou des sciences au XIX<sup>e</sup> siècle, ni d'un rapport de stage sur mes activités au sein du projet académique qui m'a accueilli, mais davantage d'une présentation critique et analytique des missions réalisées.

Afin de mieux cerner la nature des données de l'*edition humboldt digital* (ehd), la première partie de ce mémoire examinera la production de ces données dans des formats standards et au sein d'un environnement logiciel adapté. Cette partie sera également l'occasion de revenir sur l'interopérabilité des données produites pour l'édition et leur insertion au sein du web sémantique de par l'emploi d'identifiants pérennes. La mise en réseau et l'utilisation des services web externes par l'ehd seront détaillées de façon précise. Aussi, les données externes utilisées au cours des missions du stage seront présentées ainsi que leur accessibilité. L'explication des traitements effectués sur ces données permettra de mieux comprendre la transformation des données brutes en données traitées. Ces données traitées sont le matériel manipulé pour la réalisation de deux missions effectuées au cours du stage. Chacune des missions sera l'objet d'une partie de ce mémoire.

Le développement de nouveaux outils implique une forte compréhension du corpus à valoriser. Dans la seconde partie du mémoire, il s'agira de revenir sur le corpus archivistique et l'état actuel de la reconstitution de la correspondance d'Alexander von Humboldt avant de présenter la première mission du stage. Cette dernière consiste à la mise en place des fonctions de recherche et de visualisations afin d'explorer et de découvrir la correspondance du scientifique grâce à de nouvelles méthodes. Tout comme Emmanuel Le Roy Ladurie l'a particulièrement bien exprimé<sup>I</sup>, la machine ici permet "d'aborder des questions neuves, originales par les méthodes, les contenus et surtout l'ampleur". Il s'agira

---

I i , bSq Y <S> zB^ C^ <P> eG ~ @C <CzCS'zp@~<B^>Rq> X- " ^ @G q-@Ss

ainsi de présenter le travail réalisé autour du corpus important qu'est la correspondance d'Alexander von Humboldt au sein d'un environnement technique adapté.

Dans une troisième et dernière partie, la seconde mission du stage sera analysée. Cette mission consiste à enrichir les données d'un projet initié par la BBAW, *correspSearch*, grâce à des ressources externes. *CorrespSearch* est un portail en ligne qui répertorie les correspondances éditées de manière numérique ou imprimée. Dans un premier temps, une présentation du projet *correspSearch* et de ses objectifs sera proposée. L'analyse des développements *back end* et *front end* de l'outil développé par mes soins, *cS matching tool*, permettant l'enrichissement des données de *correspSearch*, s'effectuera dans un second temps. Ces chapitres permettront de mieux situer le *cS matching tool* dans son environnement technique et de justifier les moyens et les contraintes qui ont déterminé son développement.

Ce travail est ponctué de considérations techniques permettant de mettre en lumière mon raisonnement et mes méthodes algorithmiques. Il ne s'agit cependant que d'éclairages représentatifs ; les deux projets menés au cours de mon stage sont disponibles ouvertement sur la plateforme GitHub accompagnés de contextualisation et de commentaires supplémentaires apportant des compléments profitables à la parfaite compréhension de l'analyse technique. Plusieurs documents utiles à la contextualisation et la mise en oeuvre des outils produits sont également joints en annexe de ce mémoire.



# Première partie

## Apports de données externes



# Chapitre 1

## L'édition, ses données et leur interopérabilité

### 1.1 Données structurées en TEI

Sont considérées comme données structurées toutes les données organisées et classées selon un modèle préétabli permettant ainsi de faciliter leur traitement. Ces schémas de données fournissent une structure claire et permettent aux machines de comprendre leur contenu.

#### 1.1.1 Le TEI et le DTABf

Créé en 1987, le *Text Encoding Initiative* (TEI) est le produit d'un consortium et a pour objectif de "faciliter la création, l'échange et l'intégration des données textuelles informatisées"<sup>c</sup>. Il propose un ensemble de *guidelines* qui spécifient les méthodes d'encodage des textes qui deviennent de cette manière lisibles par machine. Il est principalement utilisé dans le domaine des sciences humaines et sociales car il répond bien aux besoins de l'édition de texte et en particulier des manuscrits. En effet, les protocoles proposés par le TEI sont surtout adoptés dans le cas de projets d'édition de textes anciens, de manuscrits ou de dossiers génétiques lorsqu'il s'agit de reconstituer le processus de création d'une version définitive d'un texte mais aussi la manière dont il a été structuré. Ces informations sont propres à ce type de documents. En plus de structurer et de modéliser, le TEI permet l'intégration d'informations sur la mise en forme et sur les caractéristiques d'origine d'un document. Les documents produits sont par conséquent structurés, interopérables et peuvent être échangés et réutilisés.

L'*édition humboldt* est une édition hybride des carnets de voyages d'Alexander von

---

ci [ - qCYb, Sz- Yp bs- zSz [ SP- CYBi rS'- zq > dq zI -Gs @CY @SS^ ^~\ qI ~G-XGs dqCsGs @CY} ^SQ  
fGpSz @C [ b^zq - Y [ b^zq - Y | (EJ fd- qb- qf ] ~\ qI ~Gsg~qY=Pzze=vw.....i e- q<b-qs^~\CqSI ~CsQ  
e~\i <- w><P- ei cCE

Humboldt, encodée en *eXtensible Markup Language* (XML)-TEI. Elle propose une version numérique qui est actualisée tous les ans sur [edition-humboldt.de](http://edition-humboldt.de) ainsi qu'une édition imprimée. Cette dernière se concentre sur la reconstitution des itinéraires de voyage tandis que l'édition numérique transcrit et commente de la manière la plus complète possible les manuscrits. Ces transcriptions et commentaires sont accompagnés d'une utilisation des services web judicieuse, insérant l'édition dans le web de données<sup>1</sup>. L'édition numérique a pour ambition de dépasser les possibilités de l'édition imprimée en terme de présentation et de recherche. Elle permet de présenter l'état actuel du travail de l'équipe effectué sur les manuscrits et les données. L'utilisation du TEI est particulièrement appropriée dans le cas d'une édition hybride. Il faut noter que ces deux types d'éditions se complètent et il serait malheureux de les positionner en concurrence.

Le modèle de données de l'ehd est issu du *Deutsches Textarchiv – Basisformat* (DTABf)<sup>2</sup>. Il suit par conséquent une norme recommandée par la *Deutsche Forschungsgemeinschaft* (DFG) pour le balisage et l'archivage de textes en XML-TEI<sup>3</sup>. Ce format de document suit les *guidelines* P5 du TEI. Ces *guidelines* publiées en novembre 2007 sont la version la plus récente des *guidelines* du TEI. Elles sont actualisées tous les six mois permettant de fixer des problèmes et d'apporter des améliorations mineures à des fonctionnalités<sup>4</sup>. Toutefois, étant donné que les *guidelines* du TEI visent à offrir des solutions en matière d'édition pour toutes les typologies de textes et manuscrits elles nécessitent une spécification pour les cas concrets. L'objectif du DTABf est de proposer une norme dans le traitement des textes historiques permettant ainsi une analyse complète du corpus du *Deutsches Textarchiv* et une interopérabilité entre eux<sup>5</sup>. Suivre ces recommandations permet à l'édition de s'insérer dans le corpus des textes du *Deutsches Textarchiv* et limite les possibilités de variations dans l'annotation des textes tout en garantissant la cohérence du corpus entier. Par conséquent, l'édition numérique s'insère dans un corpus général des éditions numériques encodées en XML-TEI et plus précisément dans le corpus du *Deutsches Textarchiv* avec l'utilisation du DTABf, plus adapté à la spécificité des documents encodés. Afin d'encoder les carnets de voyage d'Alexander von Humboldt, l'équipe du *Alexander von Humboldt auf Reisen* et toutes les équipes des éditions numériques de la BBAW<sup>6</sup> utilisent le logiciel oXygen Author accompagné de l'interface ediarum.

---

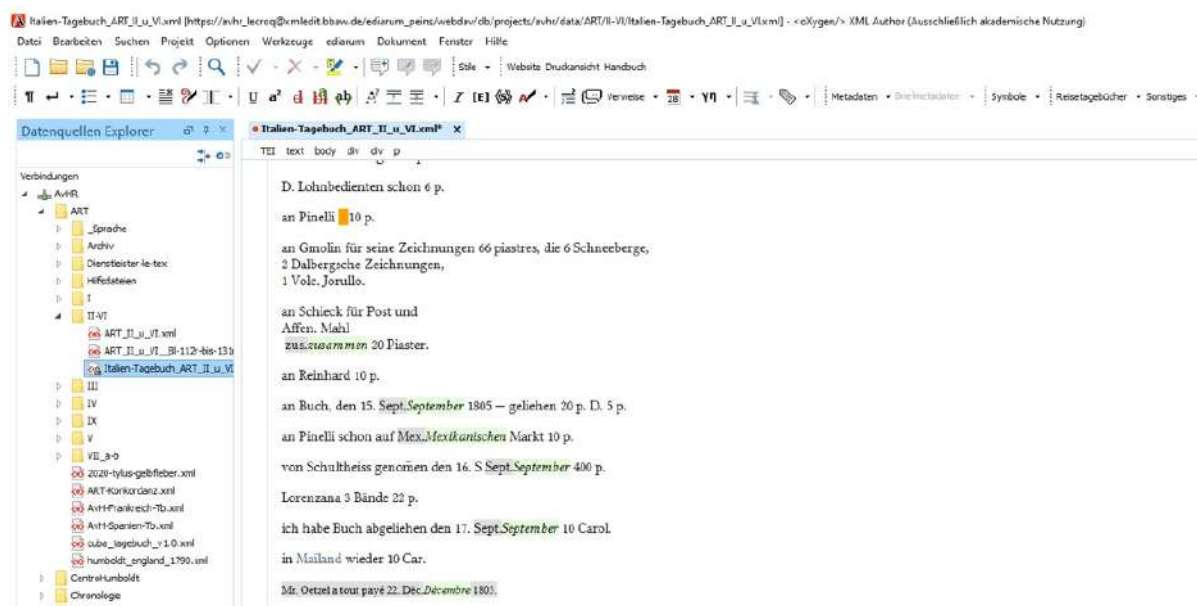
```

|i <HlsCzsb^ ci|
{i db-q eYs @S^Hbq -zb^s s-q <C Hbq -z> fC-SYC fb-s @SfLq fCq Y sSc S'zCq^Cz =@C-zs-PzCfz qQ
<PSfi@C
Ji ? C-zs-PC Gbp-P~^LsL\ CS's-P- H f|CEI g=G q@qMPCq^ Hq..SsC's-P- HYS-PCB@SS^ S' @Cq XSQ
zCq z-q.SsC's-P- H 3b^>riv
Ii , bSj YsSc @Cs y BRL~S@CS^Cs =zSsibqL~S@CS^Cs
vi , bSj Y q-4q -C SSOC~^@GbWs @Cs ?y, Q-sS^Hbq -zs @- sSc@ ? C-zs-PCs yCfz q-PSf=@C-zQ
s-PCszCfz q-PSfi@C
ui XGseqLz@ @SS^s^~\ qf ~Gs sb^z^b^ 4qG-† ÂY 33, „ iB^ eYs@, Yf- ^@Cq fb^ O~\ 4bYz-~H
pGSCQ„ SsC's-P- H-~s 3C.L~^L>b^ eG-z L-Y\ C^z\ C^zb^CqY @SS^ @CY <bqfSeb^@ ^<C@CTG ^
d-~Y Y @SS^ @Cs <P-^sb^s \ @f Ys @ X^LC^ yb^ @CpLC^4bLC^> Ys -q-PSfG @q \ -z-qL ~Gs Cz
-@ S'Szq zsfG @, ~L-sz„ SPCX R -^@b- C^<bqCY @SS^ ^~\ qf ~C@CY <bqfSeb^@ ^<C^S^L-SzS ~C
@C„ SPCX fb^ O~\ 4bYz e-q S @-~zqSi

```

### 1.1.2 L'environnement logiciel oXygen Author et l'interface ediarum

Contrairement à oXygen XML Editor qui contient toute une partie développement et débogage de schémas, oXygen XML Author a été spécialement créée pour les auteurs de contenu et se base sur une édition visuelle. Ainsi, si les besoins s'arrêtent à l'édition visuelle de documents XML et leur publication dans divers formats de sortie, alors la version oXygen Author est adaptée. Cependant, si le but du projet est de développer des feuilles de styles *eXtensible Stylesheet Language* (XSL) ou des schémas, il vaudra mieux dans ce cas privilégier l'utilisation de la version Editor du logiciel qui offre de plus amples fonctionnalités. Le logiciel propose dans tous les cas trois modes différents de travail : le mode texte qui permet de travailler directement avec l'encodage brut, le mode grille exposant l'arborescence du fichier sous forme de tableau et le mode auteur qui apporte un aperçu du fichier avec une *Cascading Style Sheets* (CSS) minimale.



GS~qC 1.1 – Extrait du carnet de voyage d'Italie (1805) dans l'environnement ediarum.

Afin de s'adapter aux équipes d'éditions numériques de la BBAW, TELOTA a développé un ensemble d'extensions pour ce logiciel, il s'agit d'ediarum. Cette extension vise à fournir un environnement optimisé pour travailler avec des transcriptions et leur balisage. Il permet à l'utilisateur de travailler avec des données XML spécifiquement TEI en utilisant une interface utilisateur graphique qui propose un affichage *what you see is what you get* (WYSIWYG). Ces éditeurs ou traitements de texte WYSIWYG offrent une interface utilisateur qui permet de composer visuellement le résultat voulu. Ce sont des interfaces plus intuitives et par conséquent plus accessibles puisque l'utilisateur peut directement voir à l'écran ce à quoi ressemblera le résultat final. Grâce à cet environnement logiciel

l'encodage devient plus simple et permet aux personnes des équipes d'éditions numériques n'étant pas ou peu familières avec le code brut XML de pouvoir malgré tout travailler sur l'encodage des textes.

Les diverses fonctionnalités apparaissent sur une barre graphique semblable à celle que les utilisateurs ont l'habitude d'utiliser sur d'autres logiciels. Il est ainsi possible d'encoder de manière intuitive les annotations, notes, ajouts, rayures, abréviations et autres spécificités du document de manière simple. Une icône apporte un accès aux index de lieux, de personnes et des oeuvres mentionnés permettant de rajouter les balises adaptées ainsi que les identifiants correspondants. L'interface graphique ediarum offre la possibilité d'ajouter des balises et des métadonnées sans avoir à modifier manuellement les fichiers XML.



CSL~qC 1.2 – Les différents index directement accessibles dans ediarum

Bien que certaines parties des modules ne sont actuellement disponibles qu'en langue allemande et que la documentation doit être améliorée, ediarum offre déjà aux chercheurs un moyen flexible et ouvert d'éditer leurs données TEI. Il s'agit également d'une ressource sur laquelle d'autres développeurs peuvent s'appuyer puisqu'ediarum est accessible en open source. En effet, après avoir été utilisé au sein des projets internes de la BBAW pendant plusieurs années<sup>D</sup>, les modules ont été successivement mis à disposition du public sur un dépôt GitHub qui comprend toutes les informations nécessaires concernant ediarum. Les modules d'ediarum peuvent ainsi être utilisés comme point de départ ou bien comme boîte à outils pour d'autres développeurs qui souhaiteraient créer des cadres personnalisés et spécifiques à des projets d'édition numérique. C'est au sein de cet environnement logiciel que les carnets de voyage d'Alexander von Humboldt ont été encodés par l'équipe de *Alexander von Humboldt auf Reisen - Wissenschaft aus der Bewegung*.

### 1.1.3 L'encodage général

La version adaptée d'oxYgen XML Author accompagnée d'ediarum est utilisé afin de saisir et d'éditer les données. Les données sont stockées dans la base de données XML gratuite eXistdb. Avec le serveur web Jetty, il sert également de base à l'édition numérique qui a été réalisée avec les langages XQuery, XSLT et XPath.

L'*édition humboldt digital* suit un modèle d'édition numérique qui met en oeuvre une approche visuelle, textuelle et liée au contenu des sources manuscrites. Visuellement, les modifications textuelles apportées par l'auteur sont reproduites telles que le surlignage, les ratures, les annotations et corrections.

<sup>D</sup> B@S q-\ i , zbbYb# HhQ C@Sbcs - ^@CfCbCcs pR? B>~qY=Pzzes=wwqSCi SQ@Qi @CwSss~Csw Sss~CQccwC@S-q-\wffSSZ YCfWfWfCfcg



**GS~qC 1.3** – Les diverses approches textuelles accessibles sur le site de l'édition.

la préparation d'un maximum d'informations contenues dans les textes sous forme de données structurées telles que les noms de personnes et de lieux, les titres d'oeuvre, les indications de mesures effectuées par Humboldt. Ces différentes approches textuelles des manuscrits sont directement accessibles sur le site de l'édition numérique avec un système d'onglet.

Des registres ont été également créés permettant d'indexer divers éléments au sein de l'édition : les personnes, les plantes et les lieux. La création de ces registres est concevable grâce notamment à un balisage constant de ces éléments par les éditeurs au sein de l'encodage ainsi qu'à l'utilisation d'identifiants pérennes vers des notices d'autorités. L'utilisation de ces identifiants dans l'encodage insère l'édition au coeur du web de données.

## 1.2 Interopérabilité et web de données

### 1.2.1 Entre théorie...

L'interopérabilité d'un document est un terme informatique désignant des documents capables de s'adapter et d'être utilisés facilement par d'autres systèmes. Synonyme de compatibilité, cette capacité permet notamment de faciliter la création d'un réseau et le transfert de données provenant de documents ou programmes différents.

L'interopérabilité de la TEI est en grande partie du au fait qu'il s'agisse d'un langage issu du XML. Ce dernier est un métalangage et est spécialement conçu pour les données. Un des objectifs de la création de XML était de favoriser les échanges et le partage des données entre machine et utilisateur. Ainsi, un fichier XML est autodescriptif, extensible, interopérable et pérenne et est convertible en plusieurs autres formats grâce à des feuilles de style définies en XSL. Il existe trois types d'interopérabilité : l'interopérabilité tech-

Tous les textes édités sont également accompagnés de leur facsimilé numérisé dans la mesure du possible. L'état de conservation, de la numérisation et du cadre juridique sont des principaux freins à l'affichage d'un facsimilé des documents au sein de l'interface web. Le logiciel digilib développé au Max-Planck Institut pour l'histoire des sciences est utilisé pour afficher les facsimilés. L'approche textuelle, quant à elle, se compose en trois parties : un texte critique, un texte avec facsimilé qui contient tous les commentaires critiques des éditeurs et un texte de lecture qui vise à une présentation grand public et qui simplifie la typographie du document. L'approche liée au contenu se concentre sur

Rk \* > SAh\_1 RX Göú.AhAPL- a1a .PLLú1a 1h G1l\_ ALh1\_P Sú\_

MB[m2- HöBMi2`QTû` #BHBiû búK MiB[m2 2i HöBMi2`QTû` #BHE  
H + T +Biû /2b i2+?MQHQ;B2b " +QKKmMB[m2` 2Mi`2 2HH2b 2i`  
2t2KTH2 /öû+? M;2` /2b /QMMû2b Bbbm2b /2 MQ`K2b #B2M /û}M  
bm`2 H2 7 Bi[m2 H bB;MB}+ iBQM 2t +i2 /2b BM7Q`K iBQM b û+?  
MöBKTQ`i2 [m2HH2 mi`2 TTHB+ iBQMX SQm` bbm`2` mM2 BMi  
+-iûb /2 Höû+? M;2 /QBp2Mi b2`û7û`2` " mM KQ/ H2 /2`û7û`2M  
GöBMi2`QTû` #BHBiû bvMi tB[m2 +QM+2`M2- [m Mi` 2HH2- H 7  
iû2b H2b /QMMû2b 2M /û}MBbb Mi MQi KK2Mi H M im`2- H2 ivT2  
û+? M;û2bX

G&JGböBMb `2 / Mb +2 [möQM TT2HH2 H2 r2# búK MiB[m2 Tm  
/Q+mK2Mib +QKTQbûb /2 /QMMû2b bi`m+im`û2bX G2 r2# búK MiE  
+QKT`2M/`2 H búK MiB[m2 +ö2bi@"@/B`2 H bB;MB}+ iBQM /2 H  
r2# búK MiB[m2- H2b BM7Q`K iBQM b bQMi Tm#HBû2b ++QKT ;M  
BMbB mM +QMi2ti2 /Bi búK MiB[m2X G2 +QMi2Mm /2 Höû/BiBQM  
BMi2` +iBp2bX aQM b2Mb 2bi`2M7Q`+û T` /2b # HBb2b búK MiB  
`2bbQm`+2b 2ti2`M2b Qm p2`b H2b`û7û`2M+2b +Bi2K bKi B M T`  
Tm#HBbûBMQ`B HBb iBQM búK MiB[m2V- +ö2bi@"@/B`2 /2 Hö2  
Tm#HB+ iBQM b 2i û/BiBQM b b+B2MiB}[m2bX

G2 r2# búK MiB[m2 K2i 2M Q2mp`2 H2 r2# BM2 2QMMû2b;H- BTf2H  
[mB +QM bBbi2` HB2` 2i bi`m+im`2` HöBM7Q`K iBQM TQm` ++û  
[mö2HH2 +QMiB2Mi /ûD`X hBK "2`M2`b @ G22BM2 2ûT/MiB p2 M G2b /  
i`2 i` Biû2b /B`2+i2K2Mi Qm BM/B`2+i2K2Mi T` /2b K +?BM2b T  
+`û2` /2 MQmp2HH2b`XQM MCB#D2 MiB2bôbQMi KmHiBTH2b ,

K2ii`2` /BbTQbBiBQM /2b /QMMû2b 2M miBHBb Mi /2b i2+?M  
` MiBbb2Mi HöBMi2`QTû` #BHBiû  
`2HB2` H2b /QMMû2b 2Mi`2 2HH2b 2i H2b`2M/`2 BMi2`T`ûi  
T2`K2ii`2` mt /QMMû2b /ö i`2 T`i ;û2b 2i`ûmiBHBbû2b

G2 r2# /2 /QMMû2b T2`K2i /2`2HB2` MQM T b H2b /Q+mK2MibL  
K Bb H2b /QMMû2b 2Mi`2 @2HH2b 2i /2 H2b`2M/`2 2tTHQBi #H2b  
i KK2Mi bm` /2b bi M/` /b /öBM7Q`K iBQM b [mB bQMi +2mt /m r2  
[m2Mi- H2 r2# /2 /QMMû2b pBb2` 7 pQ`Bb2` H Tm#HB+ iBQM /2  
/ Mb H2 #mi /2 +QM biBim2` mM`ûb2 m ;HQ# H 7 +BHBi Mi H M p  
/ömM 2bT +2 /öBM7Q`K iBQMX

AH 7 mi iQmi27QBb JQM2`+QMH Bim2 T b mM KQ/ H2 [mB 2bi  
/ Tiû m +QMi2ti2 /m r2# búK MiB[m2 +QKK2 H2`QöBH;M2 :`û

N&BK "2`M2`b @G22- C K2b >2M/H2` 2i P` G bbbH - ? h?2 a2K MiB+ q2# ,  
i? i Bb K2 MBM;7mH iQ +QKTmi2`b rBH mM H2 b? `2pQB2MiBQM Q2`B2rMQ  
J ; xBM2 Rd K B ky yH MiT,ffr2#X` +?Bp2XQ`;fr2#fkyy3RRR9Rj889yf?iiT,ffrrr  
+QKf`iB+H2X+7K\B/4i?2 @b2K MiBû@B2BiT`B2Mk4ifym2kykRV  
RyX 6 #`2 :`û;Q`v- J`+Qii2 aQT?B2- óGöQ`; MBb iBQM /2b Kûi /QMMû2bô-



6B;m`BX9 Gö `+?Bi2+im`2 /m q2#2K KM Bi-Bp2+Q`B2 BT2/B -  
a2K MiB+ ai +F

+B@/2bbQmb T2`K2i /2 pB6hQBIBBTm2Hp2K2Mi i`2 \_2+QKT ;M  
bQm`+2 .2b+`BTiBQM\_66VrQ`Qz`B` mM2 KBb2 2M`2H iBQM /2b  
/2`MB2`2bi mM KQ/ H2 /2 ;` T?2 [mB /û+`Bi H2b`2bbQm`+2b mi  
Mû2bX hQmi27QBb-H2bH2b2iBQM Qm2b /ö2Mi`û2 TQbbB#H2 T  
?BbiQ`B[m2 /2 7 B`2 T`iB2 /m r2# bûK MiB[m2 2i /QM+ /m r2# /2

RXkXk XXX2i T` iB[m2

IM2 7QBb H2b +QM+2Tib /û}MBb- BH 2bi BMiû`2bb Mi /2 pQB`  
/ömm2 û/BiBQM MmKû`B[m2 b+B2MiB}[m2X 1M i Mi[m2 b+B2MiB]  
TH Mi2b 2i /2b bTû+BK2Mb #BQHq;B[m2b 7 Bi T`iB2 BMiû;` Mi  
/2` pQM >mK#QH/i / Mb b2b + `M2ib /2 pQv ;2X 1M +2 [mB H2b +  
/BbiBM+i2 Mö2bi 2M`2;Bbi`û2 m b2BM /ömm BM/2t biQ+Fû / Mb  
+ö2bi H2 + b TQm` H2b T2`bQMM2b- HB2mt 2i BMbiBimiBQMbX  
bQM iMQ`K HBbûb / Mb Höû/BiBQM MmKû`B[m2X SQm` +? [m2 TH  
2bi miQK iB[m2K2Mi DQmiû2 " H HBbi2 /2b`û7û`2M+2b H +Q  
iQK iB[m2K2Mi HBû2 " /Bp2`b2b # b2b /2 /QMMû2b i tQM QKB[m2  
b2`pB+2b r2#HB+ iBQM S`Q;` KKBM;XAG2b27`pB+2Q#2#H L K2  
\_2bQHTp22`K2i /2`2HB2` /2 K MB`2 miQK iB[m2 mM MQK b+B2M  
i2`M2bX S`KB +2b /2`MB`2b T2mp2+Mii HiQ2nk2-QHBQM/B2p2bbB2v

1X aBMS` iB[m2b /2 Höû/BiBQM?MTHKû2B[m2

R9 \* > SAh\_1 RX Göú.AhAPL- a1a .PLLú1a 1h G1l\_ ALh1\_P Sú\_

?2`Bi ;2 HB#MbB [Bm2i2M iBQM H TH M iGM BM/2 BM/2 TH Mi2b T`Q  
bm` H2 bBi2 /2 Höû/BiBQM MmKû`B[m2 2bi /QM+ +`ûû2 /2 K MB `  
SQm` +2 [mB 2bi /2b T2`bQMM2b- HB2mt 2i BMbiBimiBQMb- H2  
2/BiBQM ?mK#Q2/7QB/BiMH /ömM2 K MB `2 /Bzû`2Mi2 2i bö HB;M  
iB2Hb 2ti2`M2bX m b2BM /2 Hö2M+Q/ ;2- mM2T2`bQMM2 2bi #  
H [m2HH2 H2b`iB#H2 HöB/2MiB} Mi BMi2`M2 /2 Höû/BiBQM +QK  
mM- +QKK2 T ` 2t2KT2H2L, K2 F2v4]>yyRkdjd]=C K2b `MQH/IfT  
\*2i B/2MiB} Mi b2`û7 `2 /B`2+i2K2Mi " mM2 2Mi`û2 m b2BM /2  
BM/2t /2b T2`bQMM2b- /2b HB2mt 2i /2b BMbiBimiBQM bQMi i  
/ Mb Hö2MpB`QMM2K2Mi 2/B `mKX" a1X \*? [m2 2Mi`û2 TQbb /2  
T2`K M2MiX 1HH2 2bi û; H2K2Mi TQm`pm /ömM Qm THmbB2m`b  
b2`pB+2b 2ti2`M2b }M /2 T2`K2ii`2 mM2 BMi2`QTû` #BHBiû /2 H  
iBQM +QM+2`M Mi HöQ#D2i Qm H T2`bQMM2 2M+Q/û2 2bi`û/B;  
# b2X

S`2MQMb /QM+ THmb T`û+BbûK2Mi Hö2t2KTH2 /ömM2 2Mi`û2  
\*? [m2 MQmp2HH2 2Mi`û2 / Mb HöBM/2t 2b2 2bQMM2 /2 MiB m M2 #  
2bi miQK iB[m2K2Mi;ûMû`ûK M2B/2MiB`B2#mIT `H bmBi2 MQ`K H  
bö ;Bi /ömM T2`bQMM ;2 }+iB7 Qm Kvi?QH2b [D2-mH2b H2iTi2  
H2b p H2b+2bQMM2iH]Kvi?QHQ;B+G2]MQK 2i H2 T`ûMQK /2 H T2`bQ  
2M`2;Bbi`ûb / MbT2`#LH2b 2vT24]H2;ÿ=H2m v T2B;MB`2MiX `  
G2b p `B Mi2b Qm H2b MQKb Hi2`M iB7b bQMi H22 +mLMK2iQ+Fû  
/BbiBM+i2 QM H2bT2i4B#TiQm` Hi2`MbB7vT2Mi ++2TiûbX G2b / i  
/2 M Bbb M+2 2i/û+ b bQMiBM/B[mû2b / Mb#B2b 2iH2b2X / Tiû2  
IM2 MQi2- THmb Qm KQBMb HQM;m2 2M 7QM+iBQM /2b #2bQBM  
û; H2K2Mi ++QKT ;M2`+2ii2 2Mi`û2X BMbB- /2b BM7Q`K iBQM  
2i +iBpBiû T`Q72bbBQMM2HH2 v bQMi K2MiBQMMû2bX Göû/BiB  
MQ`Kûb /Bp2`bX IM2 T2`bQMM2 2b2K2B2b bQML BUKMiBQMi  
2M M;BMB2;`i2/ mi?QmBiBi2H22 Hib+?2 L iBQM G#B##B2BQï?2M  
B/2MiB2BMim H AMi2`M iBQM HoAiQ`B/v+2Bi2T2`bQMM2 M2 TQ  
T b /öB/2MiB}XMGöB/2MiLB}2Mü TQm` Hö HH2K ;M2 +2 [m2 HöB/2  
"B#HBQi? [m2 M iBQM H22/2i6TQM+2HU "6M6W+2X S `iB+mHB `2K2  
T ` H2b #B#HBQi? [m2b÷LH2bQBM2MiB]HMBb2M THmb miBHBbûb T  
/ö `+?Bp2b- H2b Kmbû2b 2i mi`2b BMbiBimiBQMb +mHim`2HH2b  
/2`2HB2` H2b /QMMû2b /2 /Bp2`b2b Q`B;BM2b 2Mi`2 2HH2bX 1H  
BMi2`QTû` #H2b T ` H2b K +?BM2bX IM2 2Mi`û2L+QKTH2B2MHBû2  
/m`2;Bbi`2 /2b T2`bQMM2 b2 T`ûb2Mi2 +QKK2 bmBi ,

IT2`bQM H,B]/>4yyy9R8Q H]Kvi?QH Q;B+ H]

IB/MQT2]4m`B?iiT,ff/@M#XBM7Qf;M/IFR M88-d8Rj

IT2`bL Kv2T2]42;]-

IM KQ22bmb \*?`BfbMmk2=

IfT2`bL K2=

IT2`bL Kv2T2]4Hi]-

IM KQ22bmb pQM LfkM`2K2=

IfT2`bL K2=

IMQi22HB;BQMbbiB7i2`- aQ?M :Qii2b U:Qiip i2`bV- b2BM qB`F2M rB`/ B

h2bi K2Mi /2` "B#2H ;2bHvB H2/-2`i

IfT2`bQM=

GöB/2Mi:B}. Mbi # HBbûlBv M2B-M bi biQ+Fû bQ mMB7Q`K2\_/2@  
bQm`+2 A/2UMiBv2`M+Q/2` mM HB2m m b2BM /2 Höû/BiBQM 7QI  
T`BM+BT2 [m2 Hö2M+Q/ ;2 /ömm2 T2`bQMM2 , p2+ mM `2;Bbi`2  
`2bbQm`+2 2ti2`M2 HBû2 mBb/MBM+Qö fM22û# HBK2Mi b\_QAxb 7Q`K2  
G2`û7û`2MiB2H m[m2H H2b HB2mt/2 Höû/BiBQM bö HB;M2Mi 2  
iB} Mib Tû`2MM2bX

m b2BM /m r2# bûKI\_MiB2rB2iH2` H # b2 /2 bQ`M+ `+iQB2+im`2  
H2b ?vT2`HB2Mb /m q2# bQMi 2tT`BKûb bQmb +2ii2 7Q`K2X Zm  
/û}MBb T `hBK "2`M2`b@G22 bQMi 7QM/ûb bm` H2b #QMM2b T`  
I\_A<sup>Rk</sup>,

miBHBb2` /2b\_A`2MB2m2b TQm` B/2MiB}2` H2b +?Qb2b

miBHBb2` /2b\_A>2vT22b2ti h` M72`US>Qh QVQH

7Qm`MB` " i` p2`b\_Aö2b`2BMB2B;M2K2Mib 2tTHQBi #H2b- H

?mK BMb 2i K +?BM2b 2M bö TTmv Mi bm` /2b 7Q`K ib Qmp2

K BHH2` Hö\_AB2MB2B H2 2M HmB bbQ\_22M2/2b2b/22b22bTQm`

KûHBQ`2` H M pB; iBQM /2 HömiBHBb i2m` bm` H2 r2#

BMbB\_-ABö2MiB}2 mM2 `2bbQm`+2 T?vbB[m2 Qm #bi` Bi2 /QMi  
MQ`K2 /öAMi2`M2i 2i /QBi TQmpQB` HöB/2MiB}2` /2 K MB `2 T2

IMB7Q`K \_2bQm`+2\_GQ2+H\_QX 1M 2z2iGBö2MiB}2 +2 [mB 2tBbi2 b  
r2# 2i T2`K2i /öB/2MiB}2` mM2 `2bbQm`+2 Ir2#2bQ-K[K2 MiM`2TH2X

ii`B#mû2 " iQmi2 `2bbQm`+2 2i T2`K2i /2 HöBMbû`2` / Mb H2 r2:  
HöA2bi HöB/2MiB} Mi mMB[m2 [mB 7 B`2 `û7û`2M+Q2briM2 `2bb

+?2KBM /ö ++ b TQm` Q#i2MB` mM2 `2T`ûb2Mi iBQM H/2M22i/2 `2b  
/ i- HöA/QBi i`2 BMi2``Q;2 #H2 pBhK2ST`GiQM QH]22/2MiBiHö

TQmpQB` bö2tT`BKöXT `mM2

AH 7 mi iQmi27QBb T`û+Bb2` [m2 Hö DQmi /2 `û7û`2M+2b T  
K MB `2 Dm/B+B2mb2 +QKK2 H2 K2MiBQM2b2`ûQK`BM+Q2MbxQMi û

RRX oQB`m`2RRX9

RkX oQB`HQBFiB7H/B bm` H2 q2#/2 /QMMû2b

RjX\_QK BM q2Mx- ?>vT2`i2tin2pB2 /2BQMö6 9k j UkyRkV-mT X]ei@BR-

Re \*> SAh\_1RX Göú.AhAPL- a1a .PLLú1a 1h G1l\_ ALh1\_P Sú\_

HQ`b 2HH2b bQMi b Mb BMiû` iX 1HH2b /2pB2MM2Mi BMmiBH  
MQK#`2mb2bX G `û7û`2M+2 /ömm2`2bbQm`+2 /QBi BKTHB[m2`  
/QBi i`2 2tTHB+ iBp2 K Bb /QBi û; H2K2Mi TQmpQB` HH2` m@  
bQm`+2bX G2b`û7û`2M+2b /QBp2Mi Qz`B` /2 MQmp2HH2b TQbbE  
/ö bbQ+B iBQM /öB/û2bX G2`ûb2 m 7Q`Kû T ` +2i 2Mb2K#H2 /2  
1M 2z2i- H2b HB2Mb +Q``2bTQM/2Mi `` +? [m2 7QBb `` /2b +Bi iB  
û/Bi2m`b /2 Höû/BiBQM MmKû`B[m2X AHb bQMi û; H2K2Mi 2tTHE  
TQm` #mi /ö TTQ`i2` THmb /2 b2Mb `` HömiBHBb i2m`X

Gö HB;M2K2Mi /2b /QMMû2b `` mM `û7û`2MiB2H 2ti2`M2 2bi T  
/öB/2MiB} Mib /2 MQiB+2 /ö miQ`Biû m b2BM /2Höû/BiBQM- +Q  
Qm 2M+Q`2 /2 b2`pB+2 r2:#H2`H+2bk+QK52bHB22MiB} Mib T2`K2ii  
/2 T`QTQb2` /2b /QMMû2b BMi2`QTû` #H2b 2i /2 böBMbû`2` m b  
/ûK `+?2 /ö HB;M2K2Mi `` /2b `û7û`2MiB2Hb pBb2 `` 7 pQ`Bb2` H  
T `i ;2 2i H +Bi iBQMX G2b HB2Mb [mB bQMi +`û2b 2Mi`2 H2b /E  
/ö2tTQb2` /2b /QMMû2b THmb `B+?2b- THmb } #H2b- Tû`2MM2b 2  
K2MiBQMMû2b / Mb +2 +? TBi`2 bQMi HQBM /ö i`2 H2b b2mH2b  
b2BM22BHbBQM ?mK#Q2?iVB;B2iH2 /2`MB `2 böBMb `2 / Mb mM pû  
miBHBb Mi mM ;` M/ MQK#`2 /2 b2`pB+2b r2#- /2 /QMMû2b 2i`û7

ffrrrX+ B`MXBM7Qf`2pm2 @/2@H @#B#HBQi?2[m2@M iBQM H2@B/2Bû` M+2  
H2 kefydfkykRV

\* ? T B i ` 2 k

G 2 b / Q M M û 2 b 2 t i 2 ` M 2 b 2 i H 2 m  
+ + 2 b b B # B H B i û

k X R G ö m i B H B b i B Q M 2 / B i B Q B M ? / 2 K # Q H / i / B ; I  
/ 2 / Q M M û 2 b 2 i b 2 ` p B + 2 b r 2 # i B 2 ` + 2 b

k X R X R . û } M B i B Q M b

a Q M i [ m H B } û 2 b / 2 / Q M M û 2 b 2 t i 2 ` M 2 b i Q m i 2 b H 2 b / Q M M û 2 b [ H ö Q ` ; M B b i B Q M 2 i [ m B b Q M i + + 2 b b B # H 2 b p B / 2 b b Q m ` + 2 b 2 t i û / Q M M û 2 b T 2 m p 2 M i i ` 2 + ? 2 i û 2 b - û + ? M ; û 2 b Q m K B b 2 b " / B b T Q b E / 2 ` M B ` 2 b b Q M i + Q M b B / û ` û 2 b + Q K K 2 Q m p 2 ` i 2 b " i Q m 2 M M i b H 2 +

G ö B K T Q ` i M + Q T 2 M H ö i

G Q T 2 M / 2 b i H ö Q m p 2 ` i m ` 2 / 2 b / Q M M û 2 b - + ö 2 b i @ " @ / B ` 2 H K B b 2 / 2 b 7 Q ` K i b i 2 + ? M B [ m 2 b ` û m i B H B b # H 2 b X G 2 b / Q M M û 2 b b Q M i / B H Q B o H i 2 ` T ` û + B b 2 û ; H 2 K 2 M i [ m 2 H 2 b / Q M M û 2 b / Q B p 2 M i i ` 2 / / M b m M b i M / ` / Q m p 2 ` i [ m B 2 b i B b û K 2 M i ` û m i B H B b # H 2 X G 2 b / i ` 2 + Q K T H i 2 b 2 i / 2 [ m H B i û + ö 2 b i @ " @ / B ` 2 [ m ö 2 H H 2 b / Q B p 2 M i H 2 m ` b K û i / Q M M û 2 b M + Q T 2 M H ö K T ` 2 M / / 2 m t M Q i B Q M b 4 , Q K T H û K H 2 / ` Q B i / 2 ` û m i B H B b 2 ` H 2 b / Q M M û 2 b 2 M [ m 2 b i B Q M U Q m p 2 ` H B + 2 M + 2 Q m p 2 ` i 2 V H T Q b b B # B H B i û i 2 + ? M B [ m 2 [ m B ` 2 M / T Q b b B # H 2 H 2 b û + ?

R X û H B M 2 \* b i 2 i b @ \_ 2 M ` / 2 i L i ? H B 2 : M / Q M - ? P T 2 M / i / 2 b / Q M M û 2 b / 2 M i ` 2 ` û 7 Q ` K 2 b H û ; B b H i B p 2 b 2 i ` 2 i Q m ` / ö 2 t T û ` B 2 M + 2 b m ` m M ; m B / 2 T ` i B [ G 1 : A \* P J L ê 8 e R U 3 K ` b k y R e M ` H X i e T b @ f d 8 f r X + B ` M X B M 7 Q f ` 2 p m 2 @ H 2 ; B + Q K R @ T ; 2 @ e u X B b B i û H 2 y 3 f y d f k y k R V

k X \_ X q 2 M G ö Q T 2 M / i - m M H 2 p B 2 ` T Q m ` H ö û p Q R m i B Q M T b 2 b f r i X H Q B m 2 X B M 7 Q f p 2 ` b @ / 2 @ M Q m p 2 m t @ + i H Q ; m 2 b @ @ N u p B b B 9 H 2 R y j 6 1 9 T f k 3 0 R M X ? i K

R3        \* > SAh\_1 kX GölhAGAA hAPL.1 .PLLú1a 1h a1\_oA\*1a hA

+QKKmM miûb +QM/mBb Mi +2b 2MiBiûb " pû`B}2` H [m H  
/QMMû2b 2i T ` +QMbû[m2Mi " KûHBQ`2` b QMMû2b 2i T`Q+  
G2b HB+2M+2b Qmp2`i2b 2i ;` imBi2b [mB ;` MiBbb2Mi HöQmp2  
/Bp2`b2bX 1HH2b bQMi 2M K2bm`2 /2`ûTQM/`2 mt #2bQBMb /öm  
H2 /QK BM2 /2b ?mK MBiûb MmKû`B[Q 22M/XM2H 2H m b2+/Q m Hö M  
bQMi H \*`2 iBp2 \*QKKPQM M 9Xiy#2 b 2 GUP+2#M 2HöPT2M EMQrH2/;2  
6QmM/ iBQMX G T`2KB `2 2bi +2Mi`û2 bm` H2 /`QBi /ö mi2m`i M  
TTHB[mû2b mt # b2b /2 /QMMû2bX

AH 7 mi +2T2M/ MiHBMfQ+B2bHQ" @/B`2 H2 r2#Q 22QMMû2b 2i  
H2b /QMMû2b Qmp2`i2bX \*2b /2mt +QM+2Tib bQMi Mû MKQBMBb  
BMbiBimiBQM b [mB Tm#HB2Mi /2b BM7Q`K iBQM b 2M HB;M2 H2  
H `;2X aB 2HH2b H2 7QMi b Mb TTQ`i2` /2b HB2Mb p2`b H2b B  
/2pB2MM2Mi BMpBbB#H2b TQm` H2 Tm#HB+X .2 K K2- bB 2HH2b  
[m2biBQM- 2HH2b +`û2Mi mM2 BMbû+m`Biû Dm`B/B[m2 TQm` H2  
Mû2b bQBi +QM bB/û`û2X GQKK22M m bTQ2b BiBQM /2b /QMMû2b /ö  
T ` HöBMi2`KûSAT2`K2ö /2 +`û2` /2b TTHB+ iBQM b Qm /2b 7QM  
H2 bBi2 /öQ`B;BM2 Mö m` Bi T b Mû+2bb B`2K2Mi BKTHûK2Miû  
`Bb[m2 , /2b TTHB+ iBQM b T2mp2Mi i`2 /ûT2M/ Mi2b /2 /QMMû  
/QMi QM M2 T2mi ;` MiB` H Tû`2MMBiû 2i T `7QBb H2m` #QM 70

GöBMi2`7 +2 /2 T`Q;` KK iBQM TTHB+ iBp2 Qm SA

G KBb2 " /BbTQbBiBQM /2b /QMMû2b 2bX .pQ bH2 r2 #+2û/ QMMû2b  
mM SAT2`K2i " mM bvb i K2 bQm`+2 /ö2tTQb2` b2b /QMMû2b " /2b  
/ö mi`2b bvb i K2bX AH bö ;Bi /ömM 2Mb2K#H2 MQ`K HBbû /2 +H  
2i /2 +QMbi Mi2b [mB b2`i /2 7 İ /2 T ` H [m2HH2 mM HQ;B+B2H  
HQ;B+B2HbX . Mb +2 /QK BM2- H2b #B#HBQi? [m2 b2 bQMi HQ  
TH +2 mM b2`p2m`2i`B2p2UpaB ITQGm` `2M/`2 BMi2``Q;2 #H2b H2m  
#B#HBQ;` 9K?BH H2b bQMi #B2M bQmp2Mi ++QKT ;Mû2b /ömM2  
+QKK2Mi H2b +HB2Mib T2mp2Mi b2 b2`pB` 9X b}TQM miiBQNB M2H B  
SA2i /ö pQB` ++ b mt /QMMû2b /2 HöBMbiBimiBQM bQm`+2- BH  
/2 /ûp2HQT T2K2Mi mT` b /2 H TH i27Q`K2 / Mb H2 #mi /öQ#i2M  
TT2H Q2MbmKX`\* 22i2 /û+H ` iBQM 2bi /2 M im`2 +QMi` +im2HH2

---

jXA#B/X  
9Xp2b hQKB+- ? .2 Hömb ;Q+2bK 25Ai @-Bbi2@a+B2M+2bQ 2X 8RM 7QK`Kbi2TQ M  
kyR9V- TX m dH Ri3Tb ,ffrrrX+ B`M XBM7Qf`2pm2 @ /Q+mK2Mi HBbi2 @ b+B  
BM7Q`K iBQM @kyR9@j@pTBp2B@URH X 93K ydfkykRV  
8X G /2b+`BTiB Q M /2/ m ö+ i HQ;m2 /2 "B#HBQi? [m2 Mb i BQM# 2H2 2226K TMH 22  
ûi Mi T `iB+mHB `2K2Mi /ûi BHHû2 2i 7Qm`MB2X aQM BMi2`7 +2 T2`K2i /2  
+QM}`Kû / Mb H2 /QK BM2 /2b SAX

$$b m B p^{-2} H^2 b + Q M / B i B Q M b ; \hat{u} M \hat{u}^{-} H^2 b / 2 H X T Q H B i B [m^2 / 2 / \hat{u} p^2 H Q$$

kXRXk G2b b2`pB+2b r2# 2i /QMMû2b 2ti2`M2b , Höû  
m b2BM /ömM H `;2`ûb2 m

m b2BM2/2//~~2~~ dMQK#`26A20Mi miBHBbû2b- BMbû` Mi Höû/BiBQ  
mM pû`Bi #H2`ûb2 m /2 b2`pB+2b r2# 2i /ömiBHBb iBQM /2 /QM  
ûiû`û HBBû2T `H22 TM/QDpQM >mK#QH/i }m7/227 B2Bp2MB` +2`ûb2  
2i`2M/ +QKTi2 /2b b2`p<sup>d</sup>BX+12N 2THmbB2m`b + T  
2KTHQvû2b m b2BM /2 Höû/BiBQM MmKû`B[m2- THmbB2m`b + T  
B Mi`Q/mBi2b / Mb +2ii2 /2b+`BTiBQM }M /2 T`ûb2Mi2`H2m` {+  
H K MB`2 /QM iHömiBHBb i2m`T2mi v ++û/2`X

. Mb H2b T`iB2b T`û@  
+û/2Mi2b QMi ûiû ûpQ@  
[mûb H2b B/2MiB} Mib 2t@  
i2`M2b miBHBbûb m b2BM /2  
Höû/BiBQM T2`K2ii Mi /2  
HB2` H2b /QMMû2b /2 Höû/B@  
iBQM p2+ /2b /QMMû2b 2t@  
i2`M2b 2i BMbB /2 7 B`2  
T`iB2 /m r2# /2 /QM@  
Mû2bX GöB/2MiB} Mi  
T2`K2i /2 7 B`2`û7û`2M+2  
" /2b T2`bQMM2b T?v@  
bB[m2bX \*2 K K2 B/2MiB@  
} Mi2bi miBHBbû }M /öBK@  
TQ`i2` H2b TQ`i` Bib /2  
T2`bQMM2b Bbbm2b /2 qB@  
FBK2/B \*QKKQMbX \*2b  
TQ`i` Bib bQMi /B`2+i2@  
K2Mi pBbB#H2b TQm` HömiB@  
HBb i2m` / Mb HöB;Mi2`7 v@ Gmbb + / Mb H2`2;Bbi`2 /2b T2  
r2#X hQmi2b H2biBM27Q`û+`@M /2 HöB Mi2`7 +2 /2 Höû/BiBQM Mmi  
iBQM b`2H iBp2b " H T2`@  
bQMM2 bûH2+iBQMMû2 2i iQmb H2b HB2Mb 2ti2`M2b [mB böv`û7

eXC2 M@J `+6` M+QMv- ? Gôû/BiQ`B HBb iBQM /2b /QMMû2b mt #Q`M2b /  
TQm`mM2 M Hvb2 2iL2 B1B D22 @/2 HöBM7Q`K iBQM 2-iL2 FN+QK Kk MB+ViBQ  
TX eN @dN ?iiTb,ffrrrX+ B`MXBM7Qf`2pm2 @ H2b @ 2MD2mt @ /2 @ H @ BM7Q  
+QKKmMB+ iBQM @kyR3 @Up@FB;2 @2N X7yk fkykRV  
dX Lö?ûbBi2x T b " pQmb`û7û`2` " 6B;MM2xt2RM [m2biBQM-

ky            \* > SAh\_1 kX GölhAGAA hAPL.1 .PLLú1a 1h a1\_oA\*1a hA

/2 Höû/BiBQM MmKû`B[m2X G +`û iBQM /2 +2ii2 T ;2`ûbmHi2 /2  
Bbbm2b /2 bQm`+2b /Bp2`b2b , H2 TQ`i` Bi T`Qp2M Mi /2 qBFBK2  
/2 H T2`bQMM2 iB`û2 /m`2;Bbi`2 /2 Höû/BiBQM- H2b HB2Mb bE  
2ti2`M2bX hQmb +2b HB2Mb TTQ`i2Mi / p Mi ;2 /öBM7Q`K iBQM  
1M /2bbQmb /2 H T`ûb2Mi iBQM /2 H T2`bQMM2 bQMi HBbiû2b  
iBQMX . Mb +2 + b T`û+Bb- BH bö ;Bi /2b K2MiBQM b /2 : v@Gm  
pQv ;2 û+`Bib T`H K BM /2 >mK#QH/i- BMbB [m2 b2b K2MiBQM  
û/Bi2m`bX \*2ii2 HBbi2 2bi /QM+ ;ûMû`û2 ;`•+2 m 7 Bi [m2 H2 M  
bvbiûK iB[m2K2Mi # HBbû T M H2b 2MBiQm ;BX

S` BHH2m`b- /2mt T  
THB+ iBQM b bQMi Mû+2  
}M /2 TQmpQB`T`ûb2M  
bm` mM2 +`i2 mM HB2m  
H2+iBQMMû / Mb HöB Mi  
r2#X Gö2KTHQB /2 HöB  
iB} Mi :2QL K2 / Mb  
Hö2M+Q/ ;2 T2`K2i û;  
H2K2Mi /2`û+mTû`2`b  
;2QTQB Mib [mB bQMi  
TQB Mib /2;ûQH Q+ HBb  
1M THmb /ömm2 MQi2 T  
b2Mi Mi H HB2m- H2 T  
/ Mb H2[m2H BH b2 bBin  
b2b MQKb Hi2`M iB7b-

6B;m`BXk G pBHH2 /2 \*mK M / Mb HöB M2m`b2b2+BBQMû / M  
Höû/BiBQM MmKû`B[m2 /2t/2b HB2mt 2bi T`ûb2M

mt H2+i2m`b /2 Höû/Bi

MmKû`B[m2 bm` mM2 +`i2 [mB T`Qp2Mia/22H2X JT H B+QKQM  
TQm` H2b T2`bQMM2b- H T`ûb2Mi iBQM /m HB2m 2i b2b MQKb  
K2Mi /m /Q+mKQM1A M+Q/û T`Höû[mB H2f mT2QpQM >mK#QH/  
/2`\_2BX6BM b K2MiBQM b /2 +2 HB2m m b2BM /2b /Bp2`b +`M2ib /  
û/Bi2m`b bQMi HBbiû2b bQmb b T`ûb2Mi iBQM ;ûMû` H2X

1M THmb /2 +2b /QMMû2b 2ti2`M2b- Hö2KTHQB /2 b2`pB+2b r  
Höû/BiBQM MmKû`B[m2 /2 böBMbû`2` / Mb /2b`ûb2 mt bTû+B}[m  
/`/.h "7N- Höû/BiBQM böBMb`2 / Mb H2 +Q`Tmb /2b BMbiBimiBQ  
+2 7Q`K iX G2b H2ii`2b û/BiB2BQM b2BQM2Mö+Q/û2`b/`Mb@2  
TQM/2M+2 J2i / i AMi2`+U\*MA2M@2Köi Bbb@1X \*2 7Q`K i2bi



MQi KK2Mi 2KTHQvû / Mb H2 T`RQDMMBiBû`T2bqTHX2G`+T?H i27Q`K2  
 +Q``2bTa2`+? K2i` /BbTQbBiBQM H +Q``2bTQM/ M+2 /2b T2`b  
 QMi ûiû û/Biû2b 2M p2`bBQM BKT`BKû2 Qm MmKû`B[m2X AH 2b  
 H2ii`2b2/2bHrö` H2 bBi2 /2 +Q``2bTa2`+? +QKK2 iQmi2b H2b +Q``  
 b2BM /2b û/BiBQM b M"mqK`S[m2bH/22m`b- H`2bbQm`+2`+?BpE  
 [mû2 / 2bBHBBQM ?mK#XHG/2HB2M p2`b H2 E HHBQT2@o2`#mM/F  
 m b2BM /2 Hö2M+Q/ ;2lbQm`H2#2b2b2B2M p2`b H2 + i HQ;m2  
 2bi/B`2+i2K2Mi+HB[m #H2 m b2BM /2 HöB Mi2`7 +2 r2#X 1M +H  
 ++ /2 / p Mi ;2 /öBM7Q`K iBQM b +QM+2`M Mi H2 /Q+mK2Mi T  
 pQB` ++ b` H MmKû`Bb iBQM /2 +2 /Q+mK2Mi [m M/ +2HH2@+

6B;m`KXj G2 HB2M p2`b H2 E HHBQT2@bcQm#m2M/2b+H Q; / M

6B;m`KX9 G2 HB2M p2`b H2 E HHBQT2@o2`#mM/F i HQ; +HB[m  
 /2 Höû/BiBQM

G2b /QMMû2b /2 H +Q``2bTQM/ M+2 ++2bbB#H2b bm`+2 + i  
 7QMi T` BHH2m`b T`iB2 /2b /QMMû2b [mB QMi ûiû 2tTHQBiû2  
 T`QD2ib K2MûbX 1Mb2K#H2- ûim/BQM b K B Mi2M Mi +2b /QMMû2

---

RyX G2 T`QD2i +Q``2bJa27Q+Mi2HöQ#D2i /ömM +? TBi+2 +QK2H2i- pQB` H2

kk        \* > SAh\_1 kX GölhAGAA hAPL.1 .PLLú1a 1h a1\_oA\*1a hA

kXk    G2b /QMMû2b K MBTmHû2b    m +Qm`b /

kXkXR    E HHBQT2 @o2`#mM/F i HQ;

S`ûb2Mi iBQM /m E HHBQT2 @o2`#mM/F i HQ;

G2 E HHBQT2 @o2`#mM/F i HQ; 2bi mM + i HQ;m2 MmKû`B[m2  
+QM iBMm~~wB~~ Mi/mHF `i2B /2`U~~hMQ~~;` M~~?~~ Bb ,`ûT2`iQB`2 +2Mi` H /2b  
UwE-~~V~~QM/û 2M RNee " 2`HBM Pm2biX G2b /QMMû2b " HöQ`B;I  
KBHHBQM b /~~2~~ E+~~?~~BM~~b~~ B[m2 H2b`û7û`2M+2b /2 T` b /2 9~~8~~ BMbiBi  
G # b2 /2 /QMMû2b HBM2/ûp2HQT Tû2 /2 ~~k~~ky. ~~B~~T~~n~~ ~~B~~jQ+iQ#`2 kyy  
H2b 7QM/b /2 # b2 /m + i HQ;m2 +Q~~ME~~ 2`QMM+ ~~G~~Mb m+~~P~~i2 ~~B~~H~~2~~b 2M  
G2 TQ`i BH    ûiû`2MQKKû T` H    b mBi2 E HHBQT2X \*2 /2`MB2  
M iBQM H2 Pmi`2@\_?BM TQm` H2b`û7û`2M+2b `+?BpBbiB[m2b  
2MpB`QM 8yy BMbiBimiBQM b +QKT`2M Mi/2b #B#HBQi? [m2b- /2  
/ö HH2K ;M2 K Bb    mbbB /ö mi`2b T vb[mB bQM i`ûT2`iQ`Bûb +Q  
2i T`i2M B`2bX G    THmT`i /2b /QMMû2b ?Q`b HH2K ;M2 T`QpB  
/2 T2`bQMM2b /öQ`B;BM2    HH2K M/2 Qm ;2`K MQT?QM2b bBimû  
H2b úi ib~~Rd~~IMBb

MMû2	.Q+mK2Mi	ibAMbiBimiBQM b
		T`i2M <del>B</del> `2b
kyRy	R 8jy eyy	89
kyRk	R eRy R8e	
kyR9	k kyy 99j	
kyR8	k j8y yyy	Ryk
kykRTHmb /2 j	KBHH <del>B</del> QM b	

h #H2kXR    ZmM iBiû /2b /Q+mK2Mib 2i /2b BMbiBimiBQM b T  
o2`#mM/F i HQ;

Gö2Mb2K#H2 /2 H    # b2 /2 /QMMû2b    m;K2Miû /ö2MpB`QM ky  
MB`2b ~~MMG2b~~ /QMMû2b bQM i KBb2b " /~~B~~û~~G~~QM~~B~~CBQM`2M~~B~~Q`K  
.2b+`BTû~~B~~QM`•+2 " m~~MA~~2i THmb T`iB+mHB`2~~K~~2Mi mM b2`p2m`

---

RR~~X~~ HHBQT2 %m~~B~~û~~i~~QT~~B~~,~~2~~ff F HHBQT2 @p2`#mM/XBM7Qf/2fm2#2` @F HHBQT.  
UpBbBiû H2 kefydfkykRV  
Rk~~X~~#B/X  
Rj~~X~~#B/X  
R9X \*2i #H2 m    ûiû`û HBbû`T`iB`/2bA+~~BE~~X~~G~~6~~A~~PC~~12~~MSû~~b~~ Qm iX, kyR9-  
m`H?iiTb,ffr2#X`+?Bp2XQ`;fr2#fkyR9RykeRkkd9ef?iiT,fff HHBQT2Xbi  
#2`HBMX/~~2~~BbBiû H2 kefydfkykRV  
R8~~X~~ HHBQT2 % >BbiQ`B2

kXkX G1a .PLLú1a J LASIGú1a I \*PI\_a .I ah :1 kj

.2b `2[m i2b mt /QMMû2b

am` H2 b2a\_pl2m`E HHBQT2@o2`#mM/F i HQ;- HömiBHBb i2m`  
Mû2b [mB HöB Miû`2.m#HBQm`b7Q`K i V i P#D2+i .2b+`BTiBQM a+  
UJP.aXG.2 b2`i " /û+`B`2 /2b /Q+mK2Mib /2 K MB `2 bi M/ `/Bbû  
BMi2`QTû` #BHBiûJRBAM B K M2X K B- 2bi Bbbm \$mGXûAH M;û;2  
+QMĩm " H +`QBbû2 /m 7Q`K i J \_\*kR- +QMbB/û`[m-BQTK Q2T Q Q K TH  
mM2 bBKTHB+Biû /2 D2m`XLPKaûbi/QmMmû2b/2b /QMMû2b #B#HBQ;  
2M JGMQi KK2Mi/ Mb H2 + /`2 /2 T`QD2i/2 + i HQ;m2b #B#HBQ;  
/Q+mK2Mi B`2bX AH +QMib2Mi 2M 2z2i/2 MQK#`2mt ûHûK2Mib  
/QMMû2b m bmd2i/2 H /2b+`BTiBQM /2 H p2`bBQM MmKû`B[m

G2b /2mtivT2b/2 7Q`K i QMiûiû`û+mTû`ûb 2imiBHBbûb m b2B  
/2 KQM bi ;2X . Mb mM T`2K`B2`Q2TQbBH2m{b KK2Mi/öBM7Q`K i  
/2 K2ii`2 2M TH +2 /2b 7QM+iBQM b /2 `2+?2`+?2 2i/2b pBbm HB  
Mö TTQ`i Bi T b bb2x /2 Kûi /QMMû2b TQm` H2 b2+QM/ T`QD2i  
/ömM QmiBH /2 +Q``ûH iBQM 2Mi`2 /2mt b2ib /2 /QMMû2bX 1M 2  
2bi TQbbB#H2 /2 `û+mTû`2`H2b BQ2M2BT QMMb MiB`2E bi2QM2B`2b  
T`QTQb2.T`X HB2MbB- H2 +?QBt /m 7Q`K i BKTHB[m2 /2 b pQB` +2  
/2 +2b /QMMû2bX AH 2bi bmt2`~m /2 `û+mTû`2` H2 K tBKmK /öB  
M2 Mû+2bbBi2 T b iQmi2b +2b /QMMû2bX . Mb H T` iB[m2 2i T  
`2[m i2- H2 +?QBt /m 7Q`K i /QBi v i`2 K2MiBQMMû }M /2 `û+m  
7Q`K i bQm? BiûX

.û+Q`iB[mQM b mM2 `2[m i2a\_hm`E2H2BQT2@o2`#mM/F i HQ;  
+QKT`2M/`2 bQM 7QM+iBQMM2K2MiX S`2MQMb +2i 2t2KTH2 ,  
?iiTb,ffF HHBQT2@p2`#mM/`2bQM 7QM+iBQM4b2 `+?\_2i`B2p2  
[m2`24/X //`2bb22X;M/Wj.Wj.WWkR K 38.89;2y`2Wj.Wj.Wkk" B27  
WkK tBKmK\_2+Q`/b4Qy`y+?2K 4KQ/b

p2`bBQM bM`X[m2 H p2`bBQM /2 H /2K M/2 /m +HB2Mi 2i +  
` iBQM /2 +2 /2`MB2` b2HQM H [m2HH2 BH bQm? Bi2 [m2 H  
BM7û`B2m`2 " +2ii2 p2`bBQM b2MTQ#KBi; 2QB`2X

QT2` iBQM4b2 `+?2biH2ivT2 /öQTû` iBQM 2z2+imû2 bm` H2  
` iBQM `+?\_2i`22p2H T`BM+BT H2aQTû`1HBQM 2mK2i m +HB2  
/2 bQmK2ii`2 mM2 /2K M/2 /2`2+?2`+?2 2i/ö2ti` +iBQM /2 /Q  
mT` b /m b2`p2m`X \*2i ûHûK2Mi 2bi Q#HB; iQB`2 / Mb mM2

[m2`vBM/B[m2 H2 /û#mi /2 H `2[m i2X  
K tBKmK\_2+Q`T24K2y`y2 T`û+Bb2` H2 MQK#`2 /ö2M`2;Bbi`2K  
G p H2m` /QBi i`2 û; H2 Qm bmtû`B2m`2 " yX 1M Qmi`2- b

ReXJ2i / i P#D2+i .2b+`BTiBQM bFaB-TQIB RQ-/û+X knykh,V;iiTb,ff7`X  
rBFBT2/B XQ`;frBFBfJ2i / i nP#D2+in.2b+`pB`BQM 2akd?2KfkykRV  
RdX oQB` HõXMM2t2

k9

\*> SAh\_1 kX GölhAGAA hAPL.1 .PLLú1a 1h a1\_oA\*1a hA

H # b2 2bi BM7û`B2m` m MQK#`2 BM/B[mû- H2 b2`p2m` `2M  
K2Mib BM7û`B2m` " +2HmB /2K M/û K Bb BH M2 /QBî T b 2M`  
2bi QTîBQMM2HX Zm M/ BH Mõ2bi T b BM/B[mû HQ`b H2 b2  
;Bbi`2K2Mib /û}MBî T ` /û7 miX \*2ii2 p H2m` p `B2 2M 7QM+  
b2`p2m` T ` HöBMbiBimiBQMX . Mb +2ii2 `2[m i2 2t2KTH2-  
i`2K2Mib K tBKmK }M /2 `û+mTû`2` 2M mM2 b2mH2 `2[m i2  
iQmi2b H2ii`2b +Q``2bTQM/ Mi2bX P`- H2 b2`p2m` `2MpQB2  
`2+Q`/a+?2K BM/B[mû H2 b+?ûK / Mb H2[m2H H2b 2M`2;Bbi  
`2MpQvûbX A+B- MQmb /ûbB`QMbmM.7Q2Ki b QPm a XB a B H2Q7K  
/+2p` i`2 BM/B[mû " KQ7H +2 /2

PM`2[m i2 bm` /2mt ûHûK2Mkb //BbBM2Kb M/Wj.Wj.Wkk2iR3889dy  
2 /X;2M`2Wj.Wj.VXk\*2bB/2mt ûHûK2Mib bQMi `iB+mHûb T ` mM C  
LX PM`2+?2`+?2 T ` +QMbû[m2Mi iQmb H2b 2M`2;Bbi`2K2Mib  
U`B272i/QMi H2 /2biB/M2bB22-QKK2 B/2MiBj2MMQK#`2 RR3889dy  
[mB 2B/2MiB} Mi:L. /ö H2t M/2` pQM2rbX#QM/2`2[m i2 2Mbmb  
2z2+imû2 }M /2 `û+mTû`2` iQmi2b H2b H2ii`2b û+`Bi2b T ` H2t

kXkXk aQ+Bûiû Kû`B+ BM2 /2 S?BHQbQT?B2 U SaV

P`B;BM2HHK2BMi-MH?BHQbQT?BM-7H aQ+Bûiû Kû`B+  
S?BHQbQT?B2VUmSaV2`+H2 /2 /Bb+mbbBQMb`7QM/2Mm KBHBM2m  
6` MFHBM / Mb H pBHH2 /2 S?BH /2HT?B2X .û# ib b+B2MiB}[m  
#B#HBQi? [m2b- H2b +iBpBûH2tûMB2`/BQM b2bK#QH/i 2M ûi Bi  
K2K#`2b 2M v Mi ûiû ûHm " H }M /2 bQM`2tTû/BiBQM Kû`B+ BM  
mDQm`/ö?mB H #B#SBQiBi[2m2H2bHõ2 i`2Bx2 KBHHBQMb /2 K  
yyy pQHmK2b 2i Tû`BQ/B[m2b- k8y yyy BK ;2b 2i /2b K`KHBB2`b  
:`•+2 " +2b 7QSM/2biHöQMbB/û`û2 +QKK2 HömM2 /2b T`2KB `2b B  
K2Mi2` Hö?BbiQB`2 M i2i2H2B mH2bXPAmi`2 H2b +QHH2+iBQM  
`2K `[m #H2b i2HH2b [m2 +2HH2 /2b /Q+mK2Mib /2 "2MD KBM 6  
rBb 2i \*H `F Qm H +Q``2bTQM/ M+2 \$2a \*#`BH2MQi`rBM2-MHõ THr  
;` M/2 +QHH2+iBQM /2 /Q+mK2Mib K Mmb+`Bib 2i BKT`BKûb /ö  
úi ib@IMBbX

GöSaT`QTQb2 mM2 #B#HBQi? [m2 2M HB;M2 [mB T2`K2i mt mi  
+QHH2+iBQMbmMkû`Bbû2bX 1M bQM b2BM- b2mH2K2Mi [m2H[m  
/2` pQM >mK#QH/i bQMi /BbTQMB#H2b + `H THmT `i/2b /Q+mK2

---

R3XaQ+Bûiû Kû`B+ BM2 /2qBFBFTQ/BQ?B2X@nyKy?iTiB,ff7`XrBFBT2/B X  
Q`;frBFBfaQ+BW\*jW NiW\*jW Nn KW\*jW N`BupBM2nû2H2RBFHyQbQKRB/2  
RNX ? H2t M/2` pQM >mK#QH/i @  
kyXb2 i?2 Sa GB#K2vB+ M S?BHQbQTmBH HiaQ+B2irv-X KT?BHbQ+XQ`;f  
HB#` UpBbBiû H2 k3fydfkykRV

mt `+?Bp2Sa2M2bQMi T b MmKû`BbûbX G2b /QMMû2b /2 +2b M  
 Hû+? `;2 #H2b / MbQmK }@b2T` i2Upa2b2bbB#H2 /B`2+i2K2M  
 mM #QmiQM bm` HöB Mi2`7 +2 /2 H #B#HBQii?;[H2K2MKT`BQT2X  
 mt miBHBb i2m`b 2i H2b /QMMû2b bQMX`G+mTHH#HBQ2M/ö H2t  
 pQM >mK#QH/i +QMIB2Mi 2MpB`QM k8y /Q+mK2MibX G2 /ûi BH  
 H2 b22`+?X KT?XHBQm`XQ?;[m2 /Q+mK2Mi- /Bp2`b2b BM7Q`K iB  
 Mû2b , H T2`bQMM2 [mB 2bi T`Q/m+i`B+2 /2 +2 /2`MB2`- H / i2  
 HB2m /2 +QMb2`p iBQM /2 HöQ`B;BM H [m M/ BH bö ;Bi /ömm2  
 [m2 H ivTQHq;B2 /m /Q+mK2MiX S `7QBb [m2H[m2b HB;M2b `ûb  
 +QM+2`MûX 1M ûim/B Mi H2b /Q+mK2Mib /2 +2ii2 +QHH2+iBQM  
 x BM2b /2 H2ii`2b v bQMi +QMb2`pû2bX \*2HH2b@+B bQMi BMiû  
 /2pQMb K2M2`X

kXkXj \* i HQ;m2 ;ûMû` H /2 H "B#HBQi? [m2 M iBQI

G 6` M+2 2Mi`2 Q{+B2HT2M22M K2M K2M R öp2+ HöQmp2`im`2 /m  
 iBQM iHX;QmXpQ`M6v B Mi ;`2 iQmi2b H2b /QMMû2b bi`m+im`û2b /  
 r2# bûK MiB[m2 2i H2b /Bzmb2 XMMX7B2T`Q#D22+iB7b /2 +2 T`QD  
 KmHiB`T,H2b

++`QWi`2 Hö2tTQbBiBQMM6bm`QM2M22b /2 H  
 7û/û`2` H2b /QM`M62b b2BM 2i m @/2H` /2b + i HQ;m2b  
 +QMib`B#m2` "Höû+? M;2 /2 Kûi /QMMû2b T `H +`û iBQM /2  
 bi`m+im`û2b 2i /2 `û7û`2M+2  
 7 +BHBi2` H `ûmiBHBb iBQM /2b Kûi /QMMû2b T ` /2b iB2  
 /2`MB `2b b2 i`Qmp2Mi bQmb HB+2M+2 Qmp2`i2X  
 \*ö2bi`T `iB` /2 kyR9 [m2 iQmi2b H2b Kûi /QMMû`2M6BQ Mm2b /2b  
 /2p2Mm2b HB#`2K2MfX`û2iii2HBb p#Hi2b`2 b2 HBKBi2 mt /QMMû2  
 +ö2bi@`@/B`2 mt Kûi /QMMû2b Bbbm2b /2b + i HQ;m2b 2i B Mp  
 2ti` B`2 2i /Bzmb2`X AH 2bi /2p2Mm BKTû` iB7 /ö2tTQb2` H2b /  
 7Q`K ib [mB T2`K2ii2Mi mt miBHBb i2m`b /2 H2b `ûmiBHBb2`X  
 T`Q/mBi2b 2M AMi2`K `+ TQm`H2bG@ HTQm2H/2bHBp2Mi B`2b  
 +?Bp2b T`Qm`H #B#HBQi? [iX2G2m KQMBi2b bQMi KQ/ûHBbû2b 2  
 T ` /2b i` Bi2K2Mib miQK iB[m2b TmBb bQMi\_T.6XHBû2b / Mb H2

G2 bBi2 / i X#M7X7` K2i2M p Mi /2b BM7Q`K iBQM b T`û+Bb2b  
 iBQM b [mB bQMi /2b `2bbQm`+2b T2`iBM2Mi2b bQMi`2;`QmTû2b  
 /ö mi2m`b- /öQ2mp`2b Qm /2 i? K2bX G2 M pB; i2m` ûpQHm2 T

---

kRX oQB`H2 bB`M02  
 kkX \_X q2M6QT2M / i - mM H2pB2` TQm` HöûpQHmiBQM /2b + i HQ;m2b  
 kjX? a2K MiB+ q2# M// i KQ/2M6Qm`H?iiTb,ff/ i X#M7X7`f2Mfb2K MiB+r2  
 UpBbBiû H2 kRfy3fkykRV

ke            \* > SAh\_1 kX GölhAGAA hAPL.1 .PLLú1a 1h a1\_oA\*1a hA

/2 bQm`+2b /Bp2`b2b 2i ++ /2 m +QMi2Mm /2b + i HQ;m2b /2 K  
TQbbB#H2M+67Qm`MBjATQm` H2b`2bbQm`+2b ;`•+2 " /2b B/2MiB  
ii`B#mûb b2HQM H2+KBp MB2KQm`+2M2BvT2`K2i/ö ++û/2` " iQm  
H2b`2bbQm`+2b [m2 H #B#HBQi? [m2 T`QTQb2X

G /Q+mK2Mi iBQM ++2bbB#H2 " HömiBHBb i2m`bm` H2 bBi2  
bm` HöBMb2`iBQM /m bBi2 m b2BM /m r2# bûE QmB[ m2Qb2b m2b  
K MB`2 /2 b2`2Tû`2` / Mb H2 bBi2X hQmi2bi T`iB+mHB`2K2M  
mt miBHBb i2m`b /2 bö TT`QT`B2` /2 K MB`2 +QM7Q`i #H2 H2b

G2 b2`pB+2m \* i HQ;m2 ;ûMû"MH6T/2`K2i/öBmi2``Q;2` H2 + i H  
;ûMû` H pB /2b>2ûE Q2b2Mb2K#H2 /2b /QMMû2b bQMi`û+mTû`û  
7Q`K ib #B#HBQ;` T?B[m2b 2sW-GXT6m2H2b p/BM2 2mi HB#`2 /ö ++  
/2K M/2 m+mM2 mi?2MiB}+ iBQM /2 H Tā\_î 22b BmB2HBQ;22 #H2  
K Mm2HH2K2Mi / Mb MöBKTQ`i2 [m2H M pB; i2m` AMi2`M2i2i T  
/ Mb HöBmi2`7 +2 T`QTQTbXo#M22b Bp2/2 T` K i`2b miBHBb #H  
a\_l bQMi2tTHB+Bi2K2Mi /ûi BHHûb bm` H2 bBi2 T2`K2ii Mi " +?  
b2HQM b2b #2bQBMBX

\*2b /QMMû2b /m \* i HQ;m2 ;ûMû` H bQMi /Bzû`2Mi2b / Mb H2  
/ûi BH /2 +2HH2b Bbbm2b /m E HHBQ\$2X@ôM`#2nTQFp QHQ;K2iM2T  
H2` iQmi2b +2b /QMMû2b +QKK2 mM 2Mb2K#H2 mMB[m2- BH 7 r  
2tTHQB2`X

\* ? T B i ` 2 j

. 2 b / Q M M û 2 b # ` m i 2 b m t / Q M M  
i ` B i û 2 b

G /û}M B i B Q M /m i ` B i 2 K 2 M i /2 b /Q M M û 2 b /2 q B F B T û /B T 2 ` K 2  
+ Q M # 2 T i

1 M B M 7 Q ` K i B [m 2 - H 2 i 2 ` K 2 i ` B i 2 K 2 M i /2 /Q M M û 2 b ` 2 M p Q B  
+ 2 b b m b [m B T 2 ` K 2 i i 2 M i /ö 2 t i ` B ` 2 /2 H ö B M 7 Q ` K i B Q M Q m /2  
T ` i B ` /2 /Q M M û 2 b # ` m i 2 b X (X X X) a B H } M H B i û M ö 2 b i T b /2  
" m M m i B H B b i 2 m ` ? m K B M - H ö Q # D 2 + i B 7 /m i ` B i 2 K 2 M i /2 /Q  
/ö Q z ` B ` m M 2 B M 7 Q ` K i B Q M /2 T H m b ? m i M B p 2 m Q m m M 2 B  
[m H B i û " m M m i ` 2 Q m i B H /2 i ` B i 2 K 2 M i Q m /ö M H v b 2 X \* 2 i  
K i B Q M T 2 m i H Q ` b ` 2 H 2 p 2 ` /2 H 7 m b B Q M /2 /Q M M û 2 b - /2 H ö  
Q m /2 H i ` M b 7 Q ` K i B Q M /2 H ` 2 T ` û b 2 M i i B Q M X

. M b H T ? b 2 /2 i ` B i 2 K 2 M i - H /Q M M û 2 2 b i M 2 i i Q v û 2 - + Q K T B H  
/ö i ` 2 2 M ` B + ? B 2 X

j X R L 2 i i Q v 2 `

A M i 2 ` ` Q ; 2 A 2 b K 2 i /2 ` û + m T û ` 2 ` /2 b /Q M M û 2 b 7 Q ` K i û 2 b 2 i b i ` b  
b Q M i + Q M b B /û ` û 2 b + Q K K 2 # ` m i 2 b + ` 2 H H 2 b M ö Q M i T b 2 M + Q ` 2  
m M 2 û i T 2 2 b b 2 M i B 2 H H 2 / M b H 2 T ` Q + 2 b b m b /m i ` B i 2 K 2 M i /2 b  
H 2 b /Q m # H Q M b - H 2 b /Q M M û 2 b Q # b Q H i 2 b Q m B M + Q K T H i 2 b - H  
` û + m T û ` û /Q B i B M b B i ` 2 M 2 i i Q v û / M b H 2 # m i T Q m ` b m B p ` 2 H 2  
/Q M M û 2 b 2 i /ö i ` 2 2 t T H Q B i # H 2 b / M b H 2 b 7 Q M + i B Q M b /2 ` 2 + ? 2 `

S ` 2 t 2 K T H 2 - H 2 b /Q M M û 2 b S A 2 m S â + Q 2 m i B 2 m M 2 M i /2 b /Q + m K 2 M  
/B p 2 ` b i v T Q H Q ; B 2 b , v b Q M i T ` û b 2 M i 2 b /2 b H 2 i i ` 2 b - /2 b T Q K 2 b

R X h ` B i 2 K 2 M i /2 /Q M M û 2 b 3 D m B M k y k R V T b , f f 7 ` X r B F B T 2 /B X Q ` ; f r B F B f  
h ` B i 2 K 2 M i n /2 n /Q M M û 2 b B W p B W B N i 2 H 2 j y f y d f k y k R V

k3                    \* > SAh\_1 jX .1a .PLLú1a "\_lh1a ls .PLLú1a h\_ Ahú1a

6B;m`jX R    1Mi`û2    m b2BM s/JG@ 2. }/2bB/QMMû2\$ a/2 Hö

6B;m`jX k    1Mi`û2    m b2BM ./mBb2j+/?B E` HHBQT2 @ o2`#mM/F

6B;m`jX j    1Mi`û2b /m \*ao +QKTQbû /2b /QMMû2b /mM6 HQ;m2 ;

/ö H2t M/2` pQM >mK#QH/i 2Mi`ûb bm` H2 i2``BiQB`2 /2b úi ib@  
b2mH2b H2b H2ii`2b bQMi ii2M/m2bX 1M Qmi`2- m b2BM /2 +2  
mMB[m2K2Mi H2b /QMMû2b +QM+2`M Mi H2b H2ii`2b- /QMMû2b  
+ö2bi TQm`[mQB keR H2ii`2b QMi ûiû 2ti` Bi2b /m b2i /2 /QMMû2  
S ` BHH2m`b- H2b /QMMû2b Bbbm2b /mM6+QM Q2;mB 20Mû`BM;/i  
[m i`2 2Mi`û2b /Bzû`2Mi2bX Göûim/2 /2 +2b /QMMû2b K2i 2M ûpE  
B/2MiB} \_MeibQMi " /û}MB` 2i MQM pBM;i@[m i`2X \*? [m2 2Mb2K#  
+QMb2`pû / Mb mM + `iQM [mB ûiû û; H2K2Mi KB+`Q}HKûX BMb  
/2mt 2Mi`û2b / Mb H2b /QM B A/2b BbH Q2;m22;ûMû` H , mM2 2Mi`û  
H2 /Q+mK2Mi T?vbB[m2 2i mM2 b2+QM/2 TQm` bQM KB+`Q}HK  
2bi bm{b Mi 2i 2bi /ö BHH2m`b B Miû`2bb Mi TQm` MQi`2 T`QD2





jy                   \*> SAh\_1jX .1a .PLLú1a "\_lh1a ls .PLLú1a h\_ Ahú1a

\*2i `#`~~2~~J /ö BHH2m`b /? i`2 T `+Qm`m }M /2 `û+mTû`2` H2b  
 / Mb H2 /Q+mK2Mi 2i.\* TQm` TQmpQB` H2b biQ+CaPX Mb H2 }+?  
 +Qm`ib H;Q`Bi?K2b `û/B;ûb 2M Svi?QM QMi ûiû T`Q;` KKûb }I  
 7Q`K ibCaPX SQm` +2H - HdtKH2`b2`B2`iB+mHB `2K2Mi / Tiû2 T  
 +QMp2`bBQp2`CaPQm pB+2 p2`b X IM2 7QM+iBQM /2 [m2H[m2b  
 +QMp2`iB` 7 +BH2K2Mi H2b /Q+mK2MsbGp2`CaPQm mM2 bi`m+im

```
R /27tKHniQnD`bQm2i`- / i , HBbi,
k    ]]]
j    *QMp2`isJG7BH2Q CaPZBH2
9    ,T ` K7BH2bi`
8    ,T ` K/ i , HBbi
e    ]]]
d    rBi?QT2MBH2]rY]V b 7,
3    / 4 DtKH2 b2XT `b2U/ i V
N    DbQMX/mKTU/- 7V
Ry    7X+HQb2UV
```

SQm` H2 b2i /2 /QMM/2b`2M6 H 7QM-bBiQM /2`K2i /2 H2  
 +QMp2`iBà2M6mM2 K MB `2 iQmi mbbB bBKTH2 [m2 +2 [m2 H2  
 DtKH2 TbQm` H2b }+GB2`b

```
R /27+bpniQnD`bQm2i`- /2HBKBi2bi;- QmiTmi7BH2Mi`K2,
k    ]]]
j    *QMp2`i*ao7BH2Q CaPZBH2
9    ,T ` K7BH2bi`
8    ,T ` K/2HBKBi2bi`
e    ,T ` KQmiTmi7BH2Mi`K2
d    ]]]
3    / i 4 &'
N    rBi?QT2MBH2 b +bpn7BH2,
Ry    `2 /2` 4 +bpX.B+i_2 /2`U+bpn7BH2- /2HBKBi2`V
RR    / i 4 HBbi`2 /2`V
Rk    r`Bi2CaPLUQmiTmi7BH2M K2- / i V
Rj    +bpn7BH2X+HQb2UV
```

IM2 7QBb [m2 H2b i`QBb b2ib /2 /QMMû2b QMCaP1BH2i2Qivûb 2  
 HQ`b TQbbB#H2 /2 H2b 7mbBQMM2` / Mb mM }+2BQ`+QXKQMX \*  
 m b2BM /2 MQi`2 T`QD2i +QMiB2Mi- T` b 7mbBQM- 9NjR 2M`2;  
 /2 i`QBb bQm`+2b /Bzû`2Mi2bX

jXj 1M`B+?B`

1M`B+?B` b2b /QMMû2b 2bi 7Q`i2K2Mi HB2` " +2 [möQM bQm?  
 2bi BMmiBH2 K Bb #B2M bQmp2Mi mM 2M`B+?Bbb2K2Mi 2bi Mû+  
 2b+QKTiûbX GQ`b /2 +2ii2 ûi T2- QM T2mi +`û2` /2b HB2Mb p2+

jXjX 1L\_A\*>A\_

jR

T`H2 HQ`b /ö HB;M2K2Mi p2+2/2bT`û72HBMiB2HbK2i mM`TT`Q  
p2+ /2b 2MiBiûb bBKBH B`2b 2i m;K2Mi2 BMbB H pBbB#BHBiû  
bûK MiB[m2X

SmBb[mö mM /2b Q#D2+iB7b /m T`QD2i 2bi /2 T`Q/mB`2 mM2 pE  
;2QTQBMib /2b HB2mt /2b /QMMû2b /QBp2Mi Mû+2bb B`2K2Mi p2  
+2 T`QD2i TmBbb2 bö BMbûM22` m QMBm/KöQHHiö B/2M2Bp2MM BMi2`  
/2 Höû/BiBQM /QBi û; H2K2MAi2Q2 KQ2mK2iX/ö öû+mTû`2` HöB/2M  
:2QL K2 BMbB [m2 H2b +QQ`/QMMû2b ;ûQ;` T?B[m2b /ö mM HB  
/QMMû2b ;ûQ;` T?B[m2b KQM/B H2X 1HH2 +QMib2Mi THmb /2 Q  
}M /2 TQmpQB` miSABb2iBQM b i2m` /QBi bö bbm`2` /ö i`2 B/2M  
bQM\$A7QMi /ûD`T`iB2 /m`ûb2 m /2b b2`pB+2br2# miBHBbûb m b  
Cö B BMbB Tm T`Q}i2` /2 HöB/2MiB} Mi /2 Höû/BiBQM }M /2`û+  
#2bQBM TQm` ûiQz2` H2 b2i /2 H2ii`2bX G2b /QMMû2b [mB pB  
KmHiBTH2bX SQm` +? [m2 2M`2;Bbi`2K2Mi m b2BM /m b2i /2 /Q  
HöB/2MiB} Mi :2QL K2- HöB/2MiB} Mi BMi2`M2 /2 Höû/BiBQ  
/2 +QMp2`p iBQM iûB-HûMQb H2 }+?B2` CaPLV  
HöB/2MiB} Mi :2QL K2- HöB/2MiB} Mi BMi2`M2 /2 Höû/BiBQ  
/ö2MpQB Qm /2`û+2TiBQM/Q22H ;H2iVH2+L2+Hû

BMbB- H;Q`Bi?K2 ûiû`û/B;û }M /2 +QKTHûi2` H2b /QMMû  
+QMb2`p iBQM /2b H2ii`2b- TmBb mM b2+QM/ b2+QM/ }M /ö2M`B  
/2 +2b K K2b H2ii`2bX }M /2 HBKBi2` H2 MQK\$A22QL`X[2m H2b 2M  
T`Q;` KK2`2+?2`+?2 / Mb mM T`2KB2` i2KTb bB H2 HB2m`2+?2`  
/ Mb HöBM/2t /2 HB2m /2 Höû/BiBQMX IM b2+QM/ BM/2t ûiû +`  
biQ+F2` H2b HB2mt [mB M2 bQMi T b / Mb HöBM/2t /2 HB2m /2 Höû  
bm`\$A2QL K2X \*2H T2`K2i /2 M2 T b 2z2+im2` /2mt`\$Am i2b /B  
:2QL K2 TQm` mM K K2 HB2mX G 7QM+iBQM TQm` T`K i`2  
BM7Q`K iBQM b bQM2BMbQ2MH i2b 2M`B+?B2X

BMbB- mM 2M`2;Bbi`2K2Mi /2 H2iäP2+QK2BM /Mi H2B2M7Q`K  
;ûQ;` T?B[m2b DQmiû2b b2 T`ûb2Mi2 +QKK2 bmBi ,

---

jX\*û+BHB 6 #`v- \*HQiBH/2 \_Qmbb2H- H BM \*QH HB;MQM- 6` MİQBb S`K  
h?Qmp2MBM- ? Sm#HB2` /2b /QMMû2b HBû2bA2i. QmP272bK2MBQ2T-i QQMT222  
+mK2-MöQHmK2 829 R`MRyRdV- "B#HBQ;` T?B2n p BH #H2 , y \* B`M/QK BM ,  
S`n p BH #H2 , y Sm#HBb?2` , mX.H?iXfTrXrPk-@B9M@BM7QXT`QtvX+?`i2b  
2mf`2pm2@Bk/@BM7Q`K iBQM @/QMM22b @2i @/QU-pB2BMûbH2kyRfy@fr@kTR Y2  
9X oQB`Hö`MM2t2

jk                   \*> SAh\_1jX .1a .PLLú1a "\_lh1a ls .PLLú1a h\_ Ahú1a

&

]B/2MiB7B2].]1@eRR@>a@-Rjj789,34f HHBQT2@p2`#mM/XBM7Qf.4@eRR@>a  
]L +?HX H2t M/2` pQM >mK#QH/i- ;`X E b)i-2M RR- L`X Rjy]  
]Tm#HBb,?2`1]@eRR]  
]iBiH2]] "`B27 pQM E `H .2;2M? `/i M H2t M/2` pQM >mK#QH/i]  
]+`2 i2/]kyydRyke]  
]KQ/B7B2]kyR8y3-y9]  
]+QMi`B#miQ`i] ib#B#HBQi?2F xm "2`HBMX > M/b+?`B7i2M #i2BHmM;]  
]H M;m ;2]2`}  
]ivT2]]Bi2K]  
]/ i2] ]R3j3@yk-@y3]  
]+Qp2` ;2]\*H mbi? H@w2HH2`72H/]  
]+`2 iQ,]].2;2M? `/i- E `H U@R399V]  
]bm#D2,+]i]mK#QH/i- H2t M/2` pQM URdeN@R38NV]  
]7Q`K iX2ti2]9]"HX]  
]+Qp2` ;2nHQ+, 8B]Q2QM K2,nBN]jNN]8//`2bb]]\*H mbi? H@w2HH2`72H/]  
]+QQ`/BM,i2]RyXjj3kR\$RX3yN9N]  
]+QMi`B#miQ`nHQ&]iB2Q,M]>yyy8kkR;2QM K2,nBN]8yR8N  
] //`2bb]]ai ib#B#HBQi?2F xm "2`HBMX > M/b+?`B7i2M #i2BHmM;]  
]+QQ`/BM,i2]RjX9Ry-8]kX8k9)jd]  
,

$$.2mtB \quad K^2 \quad T \quad `iB^2$$

$$. \hat{u} p^2 H Q T T^2 \quad /2 \quad M Q m p^2 H H^2$$

$$7 Q M + i B Q M M \quad H B i \hat{u} b \quad p^2 + /2 b \quad /$$

$$i B^2 \quad + 2 b$$



\* ? T B i ` 2 9

1 M i ` 2 ` 2 + ? 2 ` + ? 2 2 i B M ; û M B 2 ` B

\* 2 / B H Q ; m 2 2 M i ` 2 ` 2 + ? 2 ` + ? 2 2 i B M ; û M B 2 ` B 2 2 b i T ` i B + m H B ` ` + ? 2 ` + ? 2 m ` 2 b i + ` m + B H / M b H K Q / û H B b i B Q M / 2 b / Q M M û 2 b / 2 b ? m K B M 2 b 2 i b Q + B H 2 b X 1 M 2 z 2 i - + 2 i i 2 K Q / û H B b i B Q M ` 2 T Q b 2 b 7 B ` 2 H 2 + ? 2 ` + ? 2 m ` / 2 + 2 b / Q M M û 2 b X \* ` û 2 ` Q m / û p 2 H Q T T 2 ` m M Q + ? 2 ` + ? 2 m ` M 2 7 B i T b b 2 M b X G 2 + ? 2 ` + ? 2 m ` / Q B i 7 B ` 2 + Q K T ` 2 M 2 i b 2 b i i 2 M i 2 b } M [ m 2 H 2 b Q m i B H b M m K û ` B [ m 2 b b Q B 2 M i T H 2 B ` 2 + ? 2 ` + ? 2 X

9 X R G 2 + Q ` T m b ` + ? B p B b i B [ m 2

} M [ m 2 H 2 b B M ; û M B 2 m ` b T m B b b 2 M i / û p 2 H Q T T 2 ` / 2 b Q m i B H b H 2 b + ? 2 ` + ? 2 m ` b 2 t T H B + B i 2 M i H 2 m ` b # m i b 2 i T Q m ` + 2 H H ö B M ; û M + Q ` T m b ` + ? B p B b i B [ m 2 [ m B b 2 ` K B b 2 M p H 2 m ` / M b H ö Q m i B H 1 2 z 2 i - H b B M ; m H ` B i û / m + Q ` T m b p ; m B / 2 ` 2 i + Q M i ` B M / ` 2 H 2 b B / 2 b / Q M M û 2 b 2 i H + Q M + 2 T i B Q M / 2 b Q m i B H b X

9 X R X R G + Q ` ` 2 b T Q M / M + 2 / ö H 2 t M / 2 ` p Q M > m K # Q

H 2 t M / 2 ` p Q M > m K # Q H / i 2 b i + Q M b B / û ` û + Q K K 2 H ö m M / 2 b û T B i Q m i 2 b û T Q [ m 2 b + Q M 7 Q M / m 2 b X A H 2 b i 2 b i B K û [ m 2 + 2 / 2 ` M B 2 ` 2 M i ` 2 R d 3 d 2 X R p 3 M 3 b K Q ` i - B H H m B @ K K 2 / û + H ` û [ m ö B H ` 2 + 2 R e y y 2 i k y y y H 2 i i k X L T M K Q B M b - B H 2 b i 7 Q ` i T ` Q # # H 2 [ m ö B H 1 H 2 i i ` 2 b " H } M / 2 b p B 2 [ m ö m / û # m i X a ` 2 M Q K K û 2 2 i b Q M K Q

R X M ; Q a + ? r ` x - ? . B 2 E Q ` ` 2 b T Q M / 2 M k 2 @ p Q M b > m K # Q H / i - > M / # m + ? , G 2 # 2 q B ` F m M B ` X P i i K ` 1 i i 2 - a T ` B M ; 2 ` @ o 2 ` H ; - a i m i i ; ` i - k y R 3 - T X 3 y @ N R k X E m ` i @ \_ X " B 2 ` K M M 2 i 6 ` B i x : X G M ; 2 - ? . B 2 H 2 t M / 2 ` @ p Q M b > m K # Q H / i @ m M / 6 Q ` i b + j e B i 8 2 U R N e k V - T X k k 8 @ k j y

je

\*> SAh\_1 9X 1Lh\_1 \_1\*>1\_\*>1 1h AL:úLA1\_A

bû/2Mî BQ2Mi/2b` BbQMb TQbbB#H2b/2+2b[m MiBiûb/2 H2ii`2  
`2bi2Mi+2T2M/ Mi/2b 2biBK iBQMb/B{+BH2b` ûi #HB` TmBb[n  
+Q``2bTQM/ M+2/ö H2t M/2` pQM >mK#QH/i M2 MQmb 2bi T b T  
pQv ;2b 2i 2tTû/BiBQMb` Höûi` M;2`- H2 b+B2MiB}[m2 Mö p Bi T  
iQmi2b H2b H2ii`2b [möBH`2+2p Bi 2i 2M ; `/ Bi b2mH2K2Mi/2  
HQ`b/B{+BH2/ö2biBK2` H2 MQK#`2/2 H2ii`2b [möBH 2MpQv  
/ö2biBK2` H2 MQK#`2/2 H2ii`2b [möBH `2İm m+Qm`b/2b pB2

G2 MQK /ö2MpB`QM k3yy +Q``2bTQM/ Mib /ö H2t M/2` pQM  
+QM<sup>9</sup>Mmb H2b MMû2b RN3y- Hö?BbiQ`B2M/2b b+B2M+2b 2i bTû  
/ö H2t M/2` pQM >mK#QH/i- Em`i@\_?2BM? `/i "B2`K MM- B/2M  
[möBH +QMbB/ `2 i`2 H2b THmb T`Q+<sup>9</sup>2bM+Q`B2M<sup>9</sup>BM/m2ipTQ Q+  
2bi mM2 T2`bQMM2 v Mi`2İm THmb /ömm2/Bx BM2 H2ii`2b û+`E  
>mK#QH/i- H2ii`2b +QMMM2b 2i +QMb2`pû2b mDQm`/ö?mBX G2  
KBbi2b- ;ûQb+B2MiB}[m2b 2i K i?ûK iB+B2Mb- ;ûQHQ;Bbi2b 2i #  
TH +2/2+2b T`i2M B`2b/ûbB;Mûb+QKK2 T`Q+?2b 2i TT`i2M M  
/2b b+B2M+2b M im`2HH2bX Lû MKQBMb- H2b bTû+B HBbi2b/2  
MQK#`2mt` +Q``2bTQM/`2 p2+ H2t M/2` pQM >mK#QH/iX S`K  
?BbiQ`B2Mb 2i HBM;mBbi2b [mB/QKBM2MiX . Mb H2b/QK BM2b  
/2b û+`Bp BMb- /2b T2Bmi`2b 2i mM +QKTQbBi2m`X H2t M/2` pQ  
`2bTQM/m p2+ /Bp2`b +?27b /öúi i/QMi MQi KK2Mi H2`QB/2 S  
Ao- BMbB [mö p2+ /2b KBMBbi`2b 2i /2b Q{+B2`bX G2 +2`+H2  
MQM Mû;HB;2 #H2 m b2BM/2 H +Q``2bTQM/ M+2 /m b+B2MiB  
`bQM 7` `2 qBH?2HK pQM >mK#QH/i 2i b2b MB +2bX .2b H2ii`2  
bQMi û; H2K2Mi +QMb2`pû2b- 2MpB`QM k8y H2ii`2b bQMi T`p2  
2i /m Tm#HB+<sup>9</sup>2b<sup>9</sup>ûM;2b MQK#`2mt p2+ H2b # M[m2b bQM  
bBim iBQM }M M+B`2 [mB Tm T`7QBb i`2 T`û+ B`2 K Bb û; H  
[m2biBQM b û+QMQKB[m2bX

AH 2tBbi2+2T2M/ Mi m+mM2 BMbiBimiBQM [mB +QMb2`p2 Hö  
K Mmb+`Bib /ö H2t M/2` pQM >mK#QH/iX a /2Mb2 +Q``2bTQM/  
`+?Bp2b- H2b #B#HBQi? [m2b 2i +QHH2+iBQM b T`Bpû2b m [m  
H +Q``2bTQM/ M+2 /m b+B2MiB}[m2- Qm /m KQBMb mM2 T`iB2  
mM2 BKTQ`i Mi2 KBbbBQM /û#miû2 2M HH2K ;M2/2 Hö1bi m /û

---

jX H2t M/2` pQM >mK#QH/i 2z2+imû/2 MQK#`2mb2b 2tTû/BiBQM b bm` TH  
/QM+ pû+m/2 MQK#`2mb2b MMû2b/2 K MB`2 THmb Qm KQBMb MQK /2X  
9X AX a+?r`x- ? .B2 EQ``2bTQM/2Mx @  
8XA#B/X  
eXA#B/X



9XRX G1 \*P\_Sla \_\*>AoAahAZI1 jd

9XRXk \_2+QMbiBim2` H +Q``2bTQM/ M+2 /ö H2t M  
#QH/i , H2b `+?Bp"2b HBM @ " ` M/2M#m`;Bb+?2  
/2KB2 /2` qBbb2Mb+? 7i

G2 T`QD2i /2`2+QMbiBimiBQM /2 H +Q``2bTQM/ M+2 /ö H2t  
p2+ H +`û iBQM /ömm2 +QKKBbbBQM H.2tmMb/2? pQM /2rKB2QH/i  
qBbb2Mb+? 7i2MUxm /2KB2BMHH2K M/2 /2b b+B2M+2b /2 "2`HBM  
Mb THmb i `/- H2 #m`2 m /2 "2`HBM /2 H MQmp2HH2 \*QKKBbbE  
K2K#`2b /m T2`bQMM2H+QKT`2MM2MiMQi KK2MiEm`i@\_X "B2`  
2i CQ? MM2b 1B+??Q`MX #B#HBQi?û+ B`2

1M RNey- H2b + /ûKB2b /2b b+B2M+2b /ö HH2K ;M2 /2 Hö1b  
Hö + /ûKB2 mi`B+?B2MM2 /2b b+B2M+2b QMi 2MpQvû mt + /û  
2i+QHH2+iBQMM2m`b mM2 /2K M/2 +QKKmM2 /2 bQmiB2M BMi2  
+Q``2bTQM/ M+2 /2 >mK#QH/iX \*2i TT2H `bQmiB2M-`û/B;û 2M  
`mbb2 2i 2bT ;MQH- ûiû /Bzmbû 2M jkk 2t2KTH B³2A2iûi Nb b2i  
û; H2K2Mi bB;Mû T `H2b`2T`ûb2Mi Mib /2b /Bp2`b2b + /ûKB2b-  
pBbB#BHBiû BMi2`M iBQM H2 /2 +2ii2 û/BiBQMX G /BzmbBQM /2  
KBb 2M`ûb2 m H2b BMbiBimiBQMb T `iB+BT Mi2bX\*2H T2`KB  
H2 + /`2 /2 +2 T`QD2#HB[m2 .ûKQ+` iB[m2 HMM2KH /2K BM2 /2  
H `2+?2`+?2 2i /2 Höû/BiBQM b+B2MiB}[m2

.2mt Mb THmb i `/- /2b +QTB2b /ö2MpB`QM d eyy H2ii`2b T`Qp  
ûiû`2İm2b "2`HBM- +QMbiBimû2b /2 dyyy H2ii`2b û+`Bi2b T `>  
T `+2 /2`MB2`X GöQ#D2+iB7 T`BM+BT H /2 +2ii2 +QHH2+iBQM  
Höû/BiBQM ?BbiQ`B+Q@+`BiB[m2 +QKTH i2 /2b` Mmb+`Bib /m

MMû2 G2ii`2b /ö>m	KQ2iH/2b " >m	K#QH2ib /Q+m	K2Mib
RNek	dyyy	eyy	
RNe8	33yy	R9yy	
RNd9	Ry8yy	kdyy	
kyyR	Rk8yy	jyyy	
kykR	3eNy	kkR8	kRd8

h #H2XR h #H2 m /m MQK#`2 /2 /Q+mK2Mib /ö H2t M/2` pQM >  
H " " q

dX`2;Q` a+?m+6 F/ii- A/2QHq;B2- avbi2KX .B2 :2b+?B+?i2 /2` Qbi/2mib+  
>mK#QH/i@6Q6b+Mxm2BM2`o2`H ; - aimii; `i- kyRy- TX8y  
3XA#B/TX8e  
NX#B/TX8d  
RyX \*2ii2 2tT`2bbBQM 2bi T `iB+mHB `2K2Mi miBHBbû2 T `JJ`B22Q Q HH2  
LQ HH2 "QnG2rQM/2 / Mb mM + `M2i , H2t M/2` pQM >mK#BQBM2Mm7ÜHB2MU  
S`Bb- kyRdX  
RRX EX\_X "B2`K MM 2i 6X :X G M;2- ? .B2 H2t M/2` @pQM@>mx#QH/i@"`  
"B2`K MM- ? .2`wm; M; M "`B272M H2t M/2` pQM2FmK#QHJ/Bbi2BHmMI@#H i

































































































































**Axelle Lecroq**

*Licenciée en histoire*

*Licenciée en LLCER Allemand*

*Maître en Histoire médiévale*

# Entre enrichissement et développement de projets

## l'utilisation de données externes pour la correspondance d'Alexander von Humboldt

Mémoire pour le diplôme de master

*Technologies numériques appliquées à l'histoire*

sous la direction d'Ariane Pinche

2021

