

atlante Raccolta di carte secondo un sistema parcellizzato di rappresentazione grafica, che riportano in scala, con tecnica geografica secondo specifiche caratteristiche, zone terrestri o celesti in un sistema di coordinate e proiezione. Si hanno atlanti terrestri o celesti, in cui un indice generale espresso in forma grafica o grafica-numerica, rinvia alle varie carte dell'atlante per i dettagli della zona d'interesse.

Gli atlanti celesti possono essere relativi a zone del cielo o a singoli oggetti (satelliti o pianeti), o ancora a lunghezze d'onda (X, gamma, infrarosso) nelle quali corpi o zone celesti sono stati osservati. Si hanno così atlanti lunari, planetari, di astronomia infrarossa, ultravioletta, X.

Gli atlanti, specie quelli celesti, possono essere accompagnati da cataloghi in cui gli oggetti riportati sono elencati oltreché per coordinate, secondo magnitudine, tipo spettrale, ed altre eventuali caratteristiche.

■ *Atlanti terrestri*

- ▶ *Sino al tardo impero*
- ▶ *Sino al Rinascimento*
- ▶ *L'opera di Mercatore e Lambert*

■ *Atlanti celesti*

- ▶ *Epoca greco-romana*
- ▶ *Epoca medioevale*
- ▶ *I primi atlanti*
- ▶ *Cartografia fotografica*
- ▶ *Cartografia digitale*

■ *Atlanti terrestri.* Mappe geografiche del territorio sono esistite sin dall'antichità in uso soprattutto ai naviganti per la conoscenza delle coste, degli approdi, delle insidie marine, per delimitare confini e individuare zone: quest'ultimi sono documenti che nella sostanza ricordano più il classico portolano che non le carte geografiche e nautiche vere e proprie.

Le fonti relative sono scarse. Tralasciando incerte rappresentazioni su pietra del neolitico, i primi cenni di cartografia si rinvenivano nell'area assiro-babilonese, in Mesopotomia, dove un frammento, la tavoletta di Ga-Sur (2300 a.C. - 2500 a.C.), sembra riportare un corso d'acqua fra due colline, forse il più antico documento di mappa geografica conosciuto.

Degli Egizi non possediamo mappe, ma conoscendo attraverso le storie di Erodoto le loro navigazioni, e sapendo della mania catastale che avevano, erano sicuramente essere in possesso di mappe territoriali e costiere. Ci è giunto comunque un documento, un papiro conservato al Museo Egizio di Torino, che rappresenta la mappa di alcune miniere d'oro, e sembra redatto durante il regno di Ramsete IV (1500 circa a.C.).

▶ *Sino al tardo impero.* Del periodo greco arcaico abbiamo solo descrizioni. Alcuni interpreti vedono nei versi relativi allo scudo d'Achille (canto XXVIII dell'Iliade) la prima cartografia greca, anche se si riferiscono ad una cosmografia celeste; ma è solo con Anassimandro, secondo quanto riporta Diogene Laerzio, che si avrebbe la prima mappa del mondo ed il primo globo.

Sempre in epoca arcaica, a cavallo fra il VI e il V secolo, abbiamo da parte di Ecateo di Mileto, uno storico della letteratura, circa 300 frammenti dalle sue *Periegesi*, una sorta di guida alle zone costiere del Mediterraneo, quindi un portolano più che una mappa.

Sicuramente qualcosa in materia devono pur aver realizzato Anassimene e Dicaerco: quest'ultimo era discepolo di Aristotele, che scrisse di geografia sostenendo la necessità di *tirare* una linea orizzontale di riferimento sulla carta dell'ecumene (da Gibilterra a Rodi), un singolo tratto progenitore dei paralleli per l'individuazione delle distanze rispetto a quello.

Un notevole progresso vi fu con Eratostene che realizzò uno dei primi *atlanti*, una carta geografica del mondo conosciuto, ricostruita in base a postume descrizioni. Secondo quanto narra Strabone, in essa erano riportati per la prima volta meridiani e paralleli.

Il termine «atlante» è tuttavia ancora improprio, in quanto l'estensione delle terre rappresentate era tale da rendere la carta poco più che uno strumento didattico.

Una mappa del globo fu redatta da Cratete (III - II sec. a.C.), che ritenendo non coerenti le dimensioni dell'ecumene come rappresentate da Eratostene, ipotizzò l'esistenza di altri continenti sconosciuti. Quest'induttiva ipotesi godette di ampio seguito in epoca romana, fu ripresa da Cicerone nel *Somnium Scipionis* e nel successivo commentario di Macrobio, ed infine trovò credito per tutto il medioevo.

Non si conosce se Posidonio nei suoi versatili interessi abbia composto anch'egli una carta dell'ecumene, è certo però che la sua errata misura della circonferenza terrestre giunse sino a Tolomeo che l'adottò, ed appresso a lui tutto il medioevo e buona parte dell'era seguente.

A cavallo fra l'era pagana e l'era cristiana va citata, anche se non si tratta di un cartografo, la figura di Strabone, che nella sua *Geographia* in XVII libri descrive i viaggi compiuti e i luoghi visitati, e riduce anch'egli le dimensioni dell'ecumene. L'opera non è citata da Plinio nella bibliografia della *Naturalis historia*, indicatore questo della probabile scarsa diffusione del lavoro in ambito romano.

Un posto rilevante occupa Marino di Tiro di cui purtroppo non ci è pervenuto nulla ed abbiamo notizie solo da Tolomeo, ma che dovrebbe aver svolto un ruolo essenziale spianando il passo alla *Geographia* tolemaica.

Secondo quanto racconta l'Alessandrino, Marino sostenne la necessità di un approccio scientifico-matematico alle proiezioni cartografiche illustrando le carte con un reticolo di meridiani e paralleli, secondo quale proiezione non è dato però conoscere. Per quanto Tolomeo sia a volte critico nei confronti di Marino, gli riconosce tuttavia un ruolo fondamentale, tanto che precisa d'aver letto ogni sua opera.

Contemporanea a Marino fu l'opera di Pomponio Mela, l'unico cartografo del periodo romano di una certa rilevanza. È indubbio che Roma dovesse disporre di mappe, soprattutto stradali, per controllare il vasto impero, e frequenti cenni si ritrovano nei lavori degli scrittori dell'epoca, ma nulla è giunto, e tutto lascia supporre che il lavoro di Pomponio fosse l'unico a vocazione cartografica.

Su questi presupposti e sullo stato di queste conoscenze s'innesta la *Sintassi geografica* di Tolomeo, e la geografia terrestre conosce un approccio scientifico.

Negli otto libri della geografia, pervenuti in copia, Tolomeo descrive la metodologia da usare nel disegnare le mappe, adottando un tipo particolare di proiezione, la *proiezione conica*, ma poi considera soltanto il mondo abitato, che per lui equivaleva a quello conosciuto.

Quello che però rileva, al di là delle inesattezze e delle interpretazioni arbitrarie di Tolomeo, è che egli disegna il primo vero atlante geografico terrestre. Per quanto non si sia in grado di affermare con certezza quanta della geografia attribuita a Tolomeo, sia in realtà opera sua, resta il fatto che a suo nome ci sono pervenute due versioni dei manoscritti, la versione "A" che contiene 26 carte incluse negli otto libri, e la versione "B" che ne contiene 64 distribuite in corso d'opera: → Tolomeo, *sub «Sintassi geografica»*.

▶ *Sino al Rinascimento.* Con la suddivisione dell'impero romano prima e la successiva scomparsa poi, si arresta anche

▼ Le isole britanniche da una pagina della geografia di Tolomeo



in questo campo qualsiasi progresso, e gli unici scarsi e non rilevanti contributi vengono da Bisanzio.

Gli stessi monasteri, tanto solerti nel tradurre e copiare lavori classici, non posero mai alcuna attenzione alla geografia, e le mappe che raramente appaiono sono del tipo più inconsueto, senza alcuna pertinenza scientifica, tanto che alcune, le cosiddette mappe del tipo T-O, così chiamate perché una croce taglia un cerchio, hanno l'est posto in alto. Le mappe, in aggiunta, non dovevano rappresentare gli antipodi perché la Chiesa era contraria alla loro concezione.

La cartografia araba fu l'unica in questo periodo che ebbe un ruolo rilevante, caratterizzata da mappe che accompagnano trattati geografici, e che si discostano sempre più dalla cartografia tolemaica.

Ma per quanto di ottima fattura, non mostrano ancora le distanze e tendono a distinguere il globo secondo una pratica allora diffusa, per zone climatiche.

Successivamente comunque, ad opera soprattutto del lavoro di Idrisi, si ebbe una produzione d'eccellenza.

Idrisi attinse indifferentemente a materiale arabo ed europeo, ed impostò all'epoca un vero e proprio stile cartografico, disegnando una carta geografica di 3,5 m × 1,5 m su una piastra d'argento, poi distrutta per *furor populis* durante lotte intestine. Ad Idrisi si deve finalmente un nuovo atlante, il primo dopo Tolomeo, redatto per il re Ruggero, composto di 70 fogli cui era allegata una *mappa mundi*. Tale opera divenne nota in occidente come *Tabula rogeriana*, ma non godette di grande popolarità per la diffidenza verso ciò che proveniva dal mondo islamico, tanto che apparve a Roma solo nel 1619 ed in edizione ridotta, anche se l'influenza del cartografo arabo si protrasse a lungo.

La cartografia era divenuta nel frattempo soprattutto una specializzazione nautica.

Le frequenti espansioni degli Arabi verso oriente, le navigazioni nel mar Eritreo, come allora si chiamava l'Oceano Indiano, le loro conquiste europee e quindi i viaggi nel Mediterraneo, il

▼ Il mondo arabo in una mappa del 1054 copiata da quelle di Idrisi: si evidenziano i paralleli che seguono la sfera



sorgere nell'alto medioevo delle repubbliche marinare, rendeva sempre più pressante la necessità di disporre di carte accurate.

Fanno così la comparsa le prime carte in cui risultano tracciati i reticoli, che non sono ancora meridiani a paralleli, ma più che altro il sistema della rosa dei venti e della miglior rotta da seguire. Venezia e Genova guidano questo nuovo cammino, ma bisogna comunque attendere il XIII secolo per sentir parlare dell'esistenza di carte nautiche a bordo delle navi.

Le carte migliori di questo periodo sono la *carta pisana*, la più antica carta nautica pervenutaci, e la cosiddetta *tabula mediterranea* redatta a Genova da Giovanni di Mauro da Carignano del 1333, ma si tratta ancora di carte che non sono fondate su principi matematici. Gli intricati reticoli di cui sono composte tracciano delle linee da costa a costa, da costa ad isola, al fine unico d'indicare, secondo i venti stagionali, la rotta migliore.

Un altro grande cartografo di questo periodo fu P. Vesconte che realizzò nel 1320 un'eccellente carta del mondo riprodotta a pagina ??.

I naviganti che non avevano accesso, anche per via dell'alto prezzo, alle più ricche carte prodotte dai paesi e dalle repubbliche che le detenevano gelosamente, dovevano accontentarsi della vecchia cartografia disponibile cui veniva aggiunto ogni tanto il particolare di una nuova scoperta, spesso in modo fantasioso ed assai poco scientifico. Il disegno delle terre emerse risentiva ancora dell'iconografia pittorica.

Il nuovo periodo iniziò nella seconda metà del Cinquecento, quando fu disponibile in latino la *Geographia* di Tolomeo. L'invenzione della stampa (1450) e la rapida diffusione specie in Italia di questa nuova tecnica fece il resto. Il *Geographia* cominciò ad essere stampato in molte copie e sotto diverse edizioni che lo ampliavano con carte di nuove terre non comprese nell'opera, ma soprattutto la funzione del lavoro tolemaico fu quella di far comprendere che l'approccio empirico e ascetico alla cartografia doveva terminare, e la geometria e la matematica presero il sopravvento sulla libera iniziativa e sulla fantasia del disegnatore.

Intanto, ad opera soprattutto dei Portoghesi, promossa da Enrico il Navigatore, s'era sviluppata la navigazione oceanica con il periplo dell'Africa e la precisione richiesta nella misura delle

latitudini diveniva sempre più esigente. Fu anche introdotto sulle carte un sistema di misura per le longitudini, un reticolato a forma quadra che poneva eguali le distanze in latitudine e longitudine della stessa misura di gradi, introduzioni grossolane e fonti di errori che durarono a lungo.

Quello che rileva è che, nonostante gli errori, s'introdusse comunque un nuovo tipo di carta, la cosiddetta *carta piana* di cui fu un fautore Enrico il Navigatore.

La carta pose un sistema cardine: i punti dovevano essere introdotti sulla carta in base alle loro coordinate.

Introducendo questa tecnica i cartografi avevano rispolverato il vecchio metodo di Marino di Tiro (metodo del coseno e della latitudine media) e compresero che per poter tracciare le rotte bisognava ricominciare a pensare al sistema delle proiezioni rivisitandolo, immaginando la sfera terrestre avvolta su un cilindro sul quale si proiettavano i suoi punti.

Occorreva superare il grave inconveniente delle carte piane. Su queste infatti non era possibile effettuare misure o tracciare rotte se non empiricamente: la rappresentazione in piano di una superficie sferica andava risolta.

L'innovazione si ebbe con Mercatore, cui fra l'altro si deve l'introduzione della parola «atlante».

Appare chiaro che quest'operazione fu resa possibile anche perché si cominciava a disporre di mappe che descrivevano abbastanza accuratamente le terre.

► *L'opera di Mercatore e di Lambert.* Su presupposti di richiesta di carte geografiche non soltanto belle a vedersi ma anche precise e scientificamente corrette s'innestò l'opera di Mercatore.

Questi pubblicò dapprima (1569) la *Nova et Aucta Orbis Terrae Descriptio ad Usum Navigantium Emendate* (Nuova descrizione della Terra accresciuta e corretta per l'uso della navigazione), quindi si dedicò ad un'opera gigantesca, la pubblicazione dell'*Atlas sive cosmographicae meditationes de fabrica mundi et fabricati figura*, la cui terza ed ultima parte fu pubblicata postuma nel 1595.

Il successo dell'opera fu tale che eclissò il precedente lavoro del pur valido Ortelius, che nel 1570 aveva dato alle stampe il *Theatrum Orbis Terrarum* in 33 carte accompagnate da 35 fogli di testo.

Il problema della rappresentazione grafica fu risolto da Mercatore utilizzando la *proiezione cilindrica conforme*, in sostanza un *trucco* che permetteva di rappresentare una superficie sferica proiettandola su un foglio tangente la Terra all'equatore.

In questo modo, se la raffigurazione è in piano, il navigante può tracciare sulla carta una linea retta congiungente il punto di partenza e quello di destinazione, senza ricorrere a curve.

È chiaro che quest'operazione esige che si potesse disporre di mappe che descrivessero accuratamente le varie porzioni del globo, compensando la curvatura della superficie terrestre.



▲ La carta pisana della seconda metà del XIII secolo su pergamena. Parigi, Biblioteca nazionale

Mercatore raggiunse l'obiettivo rendendo fra loro paralleli i meridiani e compensando la deformazione in longitudine che così s'introduceva con aumenti proporzionali delle distanze fra i vari paralleli man mano che ci si allontanava dall'equatore, riuscendo così a mantenere inalterati gli angoli.

Discende da quest'impostazione di proiezione, quell'alterazione dimensionale delle terre che all'equatore sono rappresentate più piccole rispetto a quelle delle regioni nordiche, rappresentazione che ha fatto esprimere più di uno, assai impropriamente, a favore d'una interpretazione *colonialistica* della cartografia mercatoriana, mentre tale rappresentazione è unicamente conseguenza diretta della proiezione.

Una breve discussione della proiezione di Mercatore è nel box nella pagina successiva.

Il lavoro di Mercatore fu continuato da figli e nipoti, e si protrasse sino al 1602 con varie edizioni dell'*Atlas*. Le lastre furono successivamente acquistate dall'Hondius che ripubblicò l'*Atlas* implementandolo con diverse sue mappe, mentre a poco a poco al latino si andavano affiancando altre lingue: il francese, il fiammingo, il tedesco e l'inglese.

Questa dinastia di cartografi fiamminghi (tali erano infatti tutti) si arricchì con l'ingresso della famiglia Blaeu che produsse un *Atlas major* pubblicato contemporaneamente in più lingue, fra cui questa volta anche l'olandese e lo spagnolo.

Una nuova modalità cartografica fu introdotta da Lambert.

In questo caso la superficie della Terra è proiettata su un cono (proiezione conica) secondo una costruzione per cui il cilindro può essere tangente o secante alla sfera.

A differenza della proiezione di Mercatore secondo la quale la distanza fra paralleli aumenta allontanandosi dall'equatore esaltando le regioni ad alta latitudine, in quella di Lambert i paralleli sono posizionati nel punto in cui il piano che taglia il globo a un certo parallelo interseca la superficie cilindrica. In tal modo risultano schiacciate le zone polari.

Successivamente anche C. F. Gauss portò un rilevante contributo al sistema della proiezione cartografica.

Questa proiezione, oggi più nota come proiezione Gauss-Boaga, anziché prendere come riferimento un cilindro tangente all'equatore, utilizza un cilindro tangente ad un meridiano preso come riferimento. La proiezione Gauss-Boaga è usata nella cartografia ufficiale italiana.

La cartografia si spostò in seguito come centro di massima produzione in Francia, dove vennero pubblicati l'*Atlas General*, l'*Atlas Nouveau* e l'*Atlas Universel*.

Oggi la cartografia terrestre è eseguita soprattutto da satellite, ma resta sempre valida nel riporto sulla carta l'impostazione generale mercatoriana, che ovviamente è andata incontro a varianti tese a perfezionarla.

A livello internazionale il tipo di cartografia utilizzato è l'UTM (Universal Transversal Mercator), una proiezione conforme in cui il meridiano ha deformazione costante.

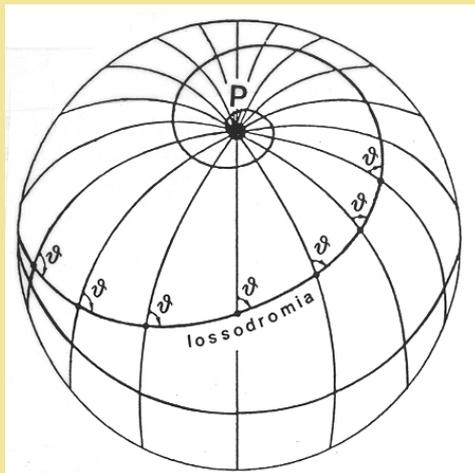
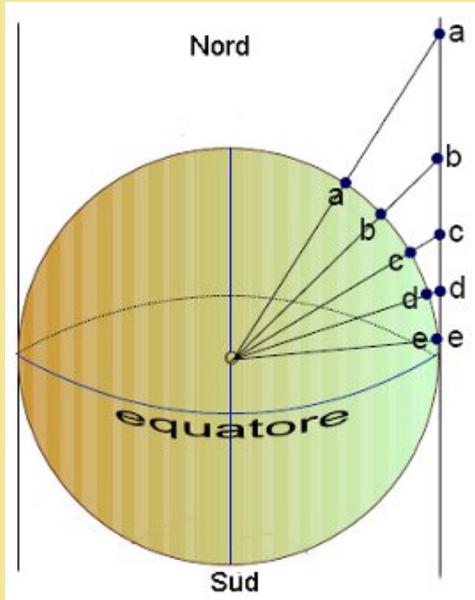
■ *Atlanti celesti.* Dell'antichità remota non ci è stato tramandato alcun tangibile documento, qualcosa da ricondurre ad una rudimentale cartografia.

L'archeoastronomia che potrebbe portare un notevole contributo, non dispone di una sola incisione che raffiguri due o più corpi celesti che mostrino inequivocabili tracce cartografiche, ma soltanto di flebili e incerti indicatori.

Qualcosa possiamo dalle antiche civiltà orientali, pochi documenti che in assenza di maggiori tangibili testimonianze, indicano tuttavia, e non induttivamente, che Caldei, Assiri, Babilonesi, ed in specie Egizi, debbano aver proceduto al disegno dei percorsi in cielo di pianeti, stelle, comete, Sole e Luna (altrimenti non avrebbero potuto prevedere le eclissi), e che a loro si debbano

Sulla proiezione di Mercatore

La proiezione di Mercatore nacque dall'esigenza di tracciare sulla carte nautiche una linea retta congiungente due punti e considerando la curvatura terrestre, possibilità preclusa alle carte piane, ove per tracciare una rotta bisognava seguire una complessa procedura. Assumendo la Terra come una sfera perfetta ed avvolgendola in un cilindro di eguale diametro dell'equatore, se si pone il punto di proiezione all'interno della sfera-Terra, per ogni meridiano e per ogni parallelo si può generare un reticolato, che andrà a costituire, rispettivamente, linee verticali ed orizzontali, cioè meridiani e paralleli.



▲ Schema di costruzione della carta di Mercatore; una rotta rettilinea sulla carta corrisponde ad una rotta spiraliforme sulla sfera.

Questo è il problema cui si applicò Mercatore, e che risolse adottando una *proiezione cilindrica centrale* per proiettare i meridiani sul cilindro, e ricorrendo ad un artificio per ciò che riguarda un qualsiasi arco, anche infinitesimo, di meridiano, di rappresentarlo cioè diviso per il coseno della latitudine locale dell'elemento.

È chiaro che in questa discussione si è semplificato di molto il procedimento senza riportarne attraverso il calcolo la giustificazione che si ritiene vada approfondito nelle debite sedi.

Posto che il cilindro che avvolge la sfera ha in comune con questa l'asse e il diametro, si proiettano sulla superficie del cilindro i punti da a) ad e) presi su un arco di meridiano terrestre. Sul cilindro essi saranno dunque punti giacenti sulla proiezione del meridiano della sfera.

A questo punto sorge però un problema per i paralleli.

Ragionando sulla proiezione, si nota che questa è perfettamente coerente con la geometria dei meridiani, in quanto la differenza in longitudine fra due punti della sfera è conservata ed esattamente riprodotta sul cilindro. Non altrettanto può dirsi per i paralleli che sono (sulla sfera) circonferenze maggiori all'equatore che decrescono man mano che ci si avvicina ai poli. Sul cilindro i paralleli risultano invece proiettati come eguali circonferenze, a prescindere dalla latitudine che esprimono.

Ma durante una navigazione non si usano certo i cerchi dei paralleli, bensì loro frazioni, e sorge qui la complicità maggiore, perché gli archi dei gradi di latitudine che sono di misura costante sulla sfera, sulla superficie del cilindro risultano rappresentati con valori crescenti, perché le proiezioni di ogni parallelo distano dall'equatore sulla superficie del cilindro proporzionalmente alla tangente della latitudine del parallelo considerato.

Guardando sempre il disegno in alto, assumiamo ora i punti segnati dalle lettere, da a) ad e), non più come punti di meridiano ma come punti giacenti su distinti paralleli, notiamo che gli archi *de* e *ab* sono di eguale valore, ma non è eguale la loro proiezione, in quanto il segmento *ab* sul cilindro è di misura maggiore del segmento corrispondente alla proiezione dell'arco *de*. Dal punto di vista pratico si intuiscono le implicazioni che ciò comporta; se si considerano due punti giacenti sull'equatore e distanti fra di loro un certo angolo di longitudine, sulla proiezione essi hanno la stessa distanza di due altri punti giacenti su un altro parallelo, per esempio a 50° N, e distanti dello stesso angolo di longitudine, mentre sulla superficie sferica essi sono decisamente più vicini.

Tralasciando le tecniche di marineria relative alla rotta tracciata, al rilevamento vero, a quello relativo, ... vediamo come fu risolto il problema, limitandoci a un cenno di navigazione.

Navigando fra due punti a rotta costante di un angolo θ rispetto alla direzione del N, seguendo una rotta discretamente lunga, un'imbarcazione, dal momento che si trova su una superficie sferica, non percorre un arco di cerchio massimo, ma interseca tutti i meridiani successivamente incontrati sotto lo stesso angolo, seguendo una curva che - se prolungata - s'incontra con uno dei poli. Tale curva, che assume la forma a spirale, è detta *lossodromia*.

La cartografia nautica considerando che l'uso della bussola costringe a tagliare i meridiani con angolo costante, si pose il problema di poter tracciare una curva *lossodromica* nel modo più semplice. Quindi il problema di ridurre l'operazione alla massima semplicità andava così spostato dall'operatore alla carta.

Per la navigazione era anche necessario che ogni rilevamento di due punti, cioè che l'angolo da cui sono visti due punti in ogni direzione potesse essere rappresentato sulla carta con linee che formassero lo stesso angolo; in definitiva che la carta fosse *isogonica*.

Bisognava dunque, il problema era sempre lo stesso, disegnare una nuova carta che consentisse di tracciare le *lossodromie* come se fossero rette, e così anche il problema dell'*isogonismo* sarebbe stato risolto.

far risalire i raggruppamenti stellari associandovi immaginarie figure sia per una più facile individuazione dei corpi celesti, sia a fini d'orientamento in eventuale navigazione notturna.

Sconosciuti sono gli strumenti di misura usati, ma le ziqqurat, come quella di Uruk, evidenziando destinazione e finalità astronomica delle costruzioni, mostrano che i terrazzamenti non erano solo luoghi elevati, ma che essendo costruiti in determinati allineamenti consentivano di calcolare posizioni.

Gli Egizi dal canto loro, attenti osservatori della levata di Sirio,

dovevano disporre, oltre che dello \rightarrow gnomone, di cui con gli obelischi hanno costellato le loro terre, di una sorta di compasso celeste, di un rudimentale arco goniometro per le misure delle altezze e delle distanze, e del quadrante solare dal momento che almeno quest'ultimo si trova raffigurato nella tomba di Seti I: \rightarrow egizia astronomia.

Sembrano suffragare quest'interpretazione due ritrovamenti: tre stelle disposte verticalmente nella camera di Senmut, un cancelliere del regno, e che rappresentano probabilmente la cintura di

Orione (1500 a.C. circa), e quello che è forse il più antico dei reperti tematici che l'Egitto ci ha lasciato, il planisfero di Dendera, trovato nel tempio dell'omonima località egiziana durante la campagna d'Egitto di Napoleone e regolarmente trafugato e trasportato al Louvre.

S'è detto «forse» perché la datazione del manufatto è molto incerta e fluttuante nel tempo. C'è chi lo data al 2500 a.C., e chi basandosi sul fatto che nel tempio sono stati rinvenuti nomi d'imperatori romani propende per una datazione assai più recente, addirittura dell'era cristiana.

Si tratta di un planisfero zodiacale che sembra presentare aspetti più astrologici che astronomici, che ricorda abbastanza la Sphaera graecanica, e che ha stuzzicato l'incontrollata fantasia di molti che hanno prospettato le più svariate fantastiche indimostrate ipotesi.

Altro del periodo antico non abbiamo.

► *Epoca greco-romana.* Dello scudo di Achille nell'Iliade si è discusso sopra: è una descrizione poetica di alcuni corpi celesti che poco illumina sulle conoscenze del tempo.

Del periodo greco classico non è rimasto nulla, e di quello ellenistico, scientificamente rilevante, si hanno solo notizie da fonti talvolta non qualificate e spesso imprecise dello stato delle conoscenze, ma finalmente comincia ad esservi traccia di studi seri.

Arato, l'autore dei *Fenomena*, un poema composto attorno al 270 a.C., racconta che il più antico raggruppamento di stelle in costellazioni si deve ad Eudosso (IV sec. a.C.), il primo greco a descrivere e catalogare le costellazioni, e la tradizione tramanda ancora che nella stessa epoca Anassimandro aveva costruito un globo celeste raffigurante le costellazioni.

In questo periodo i globi e le più tarde sfere armillari furono senz'altro l'unico modo di rappresentazione della sfera celeste, gli unici atlanti stellari possibili.

• *Il primo catalogo scientifico.* Le prime sistematiche scientifiche osservazioni sulle *stelle fisse* si devono a due astronomi della scuola alessandrina: Timocari ed Aristilio, e con loro il termine «astronomo» può essere usato con proprietà.

Timocari ed Aristilio, rispettivamente maestro e allievo, misurarono la posizione di alcune stelle ad Alessandria. Tolomeo che riferisce loro notizie non dice quante, si limita a riportare le loro osservazioni per 18 stelle, ma è da credere che gli studi dei due non si limitassero a così poche se intendevano condurre studi sistematici. Costoro intorno al 300 riportarono i dati in un catalogo, di cui come di consueto non si ha traccia, annotando fra l'altro (Timocari) la posizione di Spica ad 8° dal punto equinoziale d'autunno, un dato che sarà rilevante per l'esposizione di successive fondate teorie: *infra*.

• *Il catalogo di Ipparco.* In pieno periodo alessandrino, secondo quanto sappiamo da Tolomeo, fu compilato da Ipparco un catalogo stellare, andato anche questo perduto. Secondo un recente studio di B. E. Schaeffer [2], il catalogo sarebbe stato in seguito riprodotto sul globo → Farnese le cui raffigurazioni mostrano un buon accordo temporale con l'epoca in riferimento. Non è noto con certezza quante stelle contenesse il catalogo che la tradizione vuole ispirato da una brillantissima nova o supernova apparsa attorno al 134. Il numero oscilla secondo le fonti da poco meno di 900 stelle a 1027, a 1088 stelle. Una stima esatta non è possibile, ma tutto sommato pure ininfluenza visto che il catalogo è andato perduto.

Quello che rileva è che Ipparco inserì nel catalogo le stelle poco oltre la quinta magnitudine, introducendo un metodo di stima della brillantezza stellare, e fornendone le coordinate eclittiche: latitudine e longitudine.

Le osservazioni metodiche di Ipparco dettero nuovo impulso agli studi dell'astronomia, e fu proprio sulla base di questa moderna tecnica osservativa-deduttiva di approccio che Ipparco poté accorgersi della precessione degli equinozi osservando il mutamento di posizione longitudinale della stella Spica già annotata da Timocari come a 8° dal punto equinoziale d'autunno, e da lui osservata invece a 6°, deducendo da questo spostamento apparente il movimento ellittico della Terra attorno al proprio asse.

Se Ipparco poté eseguire queste misure confrontando le sue con quelle di Timocari, vuol dire che esisteva già all'epoca una strumentazione affidabile, qualcosa di più di un arco goniometrico, che permetteva con poco margine d'errore non solo di eseguire misure, ma anche di confrontare queste con quelle precedenti.

• *Il catalogo di Tolomeo.* Sul lavoro di Ipparco s'innestò qualche secolo dopo quello di Tolomeo che fornì (libri VII ed VIII dell'Almagesto) un nuovo catalogo stellare in cui sono riportate 1022 stelle visibili alla latitudine di Alessandria.

Neanche di questo catalogo possediamo l'originale o la revisione dell'opera effettuata da ultimo da Teone e da sua figlia Ipazia, e quindi bisogna innanzi tutto tener nel debito conto gli errori in cui sicuramente saranno incorsi i copisti nel riportare dati numerici espressi secondo l'uso e la norma del tempo in lettere dell'alfabeto greco. L'omissione eventuale di un segno vicino alle lettere, che ne altera notevolmente il valore, o la confusione del segno Δ' col segno Δ che ugualmente modifica il valore, è una circostanza tutt'altro da escludere.

Commentatori dell'opera tolemaica ritengono che questo catalogo non sia altro che quello ipparcheo aggiornato con nuove misure e nuove stelle e corretto per l'epoca: se le stelle elencate sono maggiori di quelle di Ipparco, molte sono duplicati, e già questo non testimonia a favore dell'originalità.

In sostanza Tolomeo si sarebbe limitato ad aggiungere poco più di 2° alle longitudini di Ipparco per compensare la precessione: Ipparco aveva fornito come valore minimo per la precessione 38', che tra l'altro non è un valore esatto, e che Tolomeo accetta senza discutere.

Di conseguenza sembra di poter dedurre che nonostante la compilazione del catalogo si faccia risalire al 138 d.C., il riscontro dei dati con le osservazioni indica di retrodarli al 43 d.C., proprio perché Tolomeo avrebbe usato i dati di Ipparco correggendoli per la sua epoca aggiungendo ad ogni longitudine ipparchea 2° 40', usando tuttavia per la precessione un valore erroneo (1° al secolo anziché 1° 4' a secolo), e quindi le sue longitudini sono errate in difetto.

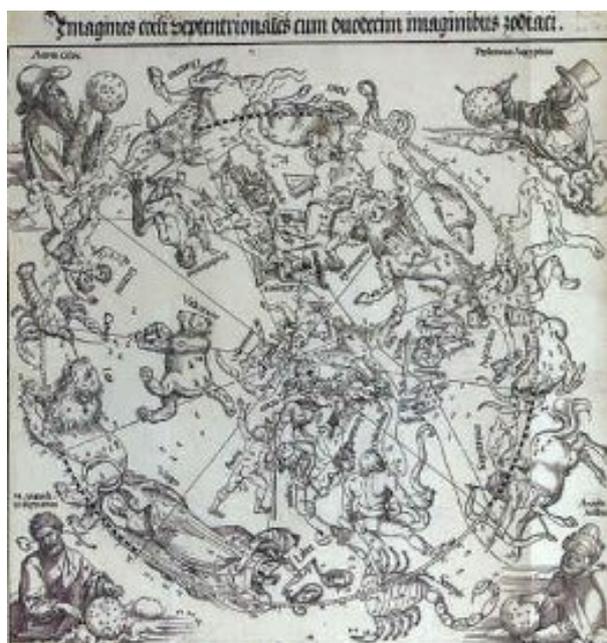
Il catalogo di Tolomeo si estende dal Nord celeste a 52° Sud, e riporta per ciascuna stella i seguenti dati:

- posizione all'interno della costellazione;
- longitudine eclittica in gradi e primi all'interno di uno dei dodici segni zodiacali;
- latitudine eclittica in gradi e primi con indicazione del Nord o Sud rispetto all'eclittica;
- magnitudine espressa da 1 a 6, con alcune indicazioni aggiuntive tipo *major*, *minor*, *obscura* e *nebulosa*.

► *Epoca medioevale.* Anche in questa disciplina, come per la cartografia terrestre e per tutte le scienze in genere, il medioevo segna nel mondo occidentale la fine di ogni progresso. Dell'Almagesto di Tolomeo si persero quasi subito le tracce e bisognò attendere il 1022 per vederlo comparire tradotto dall'arabo da G. da Cremona.

Alla base non v'era nessun interesse per l'astronomia, e tantomeno poteva esservene per la cartografia. Se si pensa che i maggiori interessi astronomici nel primo medioevo furono espressi da M. Capella, Macrobio e S. Boezio, tutti filosofi il cui interesse astro-

contr.!



▲ A. Dürer, *Imagines coeli Septentrionales cum duodecim imaginibus zodiaci*, Norimberga 1515

nomico era esclusivamente letterario, si ha un'idea dello stato delle cose.

Intorno al 1200, nell'alto medioevo, l'astronomia era ancora stantia, e se riceveva impulso, lo riceveva dall'astrologia intesa come pratica in grado di mettere in comunicazione la terra con il cielo. Quando fece la sua comparsa l'ago magnetico si ritenne a lungo che questo si indirizzasse verso il Nord perché sensibile all'influenza celeste sulle cose terrestri.

Bisogna attendere il XIV secolo perché si veda distinguersi, più che emergere, la figura di G. Dondi dall'Orologio, sempre comunque più astrologo che astronomo, perché si assista ad un primo timido risveglio. In tutto il secolo precedente il massimo compendio astronomico fu la *Commedia* di Dante.

Il vero fiorire della cartografia fu anche in questo campo nei paesi arabi e nelle terre da loro conquistate. Centri di studio furono Bagdad, dove operarono Albategnius che compilò la *Scienza delle stelle*, al-Sufi che catalogò 1008 stelle ne la *Descrizione delle stelle*, e molti altri.

Il medioevo arabo (che per quella civiltà medioevo non fu!) vede soprattutto la pubblicazione delle prime effemeridi di una certa precisione, come le tavole kakemite, le tavole alfonsine, le tavole di Toledo di Azarchel, il catalogo di al-Sufi, le tavole della scuola di Maragha, le tavole Zij i Gurgani di Ulugh-Begh, e varie altre che segnano un'indiscussa superiorità culturale del mondo orientale su quello occidentale: alcune riportavano le misure di stelle approssimate al decimo di grado. Una sola di queste effemeridi, le *tavole alfonsine*, fu compilata in Europa, e fu opera di un arabo e di un ebreo.

Fra tutti questi emerge il catalogo stellare di Ulugh-Begh del 1437, che anche se conteneva quasi lo stesso numero di stelle dell'*Almagesto* (1018) presentava una maggiore precisione: è questo il secondo catalogo stellare prodotto dopo quello di Tolomeo.

È strano che l'astronomia araba, così ricca di cataloghi, non abbia lasciato una copiosa produzione per quel che riguarda gli atlanti celesti, fu senz'altro molto più prolifica per gli atlanti terrestri, una tradizione di atlanti celesti manca infatti nel mondo arabo. È difficile, e forse azzardato, sostenere che questo si debba al divieto islamico della raffigurazione, giacché si trattava

di disegnare costellazioni, e queste, anche se sempre vestite, risultano raffigurate nei libri solo i Gemelli appaiono nudi.

Nel 1551 Mercatore pubblica il *Mappamondo celeste*, ma salvo il fatto che aggiunse alle costellazioni tolemaiche la *Chioma di Berenice* (Coma Berenices), non rappresenta alcun progresso rispetto a quello tolemaico.

Intanto il cielo si arricchiva delle nuove costellazioni australi. P. Plancius nel 1598 pubblicò un mappamondo con dodici nuovi costellazioni per l'emisfero australe, e di queste tutte, tranne una, l'*Apis* furono ammesse poi dall'Unione Astronomica Internazionale nel 1922.

Finora nella cartografia celeste sono stati ricompresi i cataloghi. La circostanza che non ci sia giunta nessuna mappa celeste dall'antichità, ha richiesto, non del tutto impropriamente credo, che i cataloghi rientrassero in questa trattazione. Le descrizioni a seguire tratteranno invece *esclusivamente di cartografia celeste*. I cataloghi trovano discussione nel relativo lemma: → catalogo astronomico.

► *I primi atlanti*. La cartografia astronomica riprese vita a con la scoperta delle terre nel Nuovo Mondo che mostravano pure nuovi cieli, ed anche se incentrata ancora sulle costellazioni, l'approccio era assolutamente più scientifico. Sotto il grande influsso della pittura del Rinascimento, all'accuratezza dei particolari si unì la ricchezza pittorica.

Una delle prime mappe del cielo fu quella che A. Dürer produsse nel 1515 incidendo due matrici di legno, ciascuna per emisfero, che presentano ancora secondo un uso che sarà lungo a morire le costellazioni viste dall'esterno e le stelle identificate con numeri. Le tavole del Dürer non presentano elementi originali anche perché riproducono il cielo presente in un anonimo manoscritto di Vienna del 1440, ma la rilevanza sta nel fatto che essendo stampate, in due sole tavole si poterono diffondere per la prima volta carte celesti.

Nel 1570 compare a Venezia *De le stelle fisse* di A. Piccolomini, ove l'esigenza artistica cede il passo ad una ricerca di precisione: il riconoscimento delle stelle in cielo, l'accuratezza delle loro posizioni, sono i criteri guida. Allegato all'atlante è anche un catalogo stellare.

Le stelle sono distinte in quattro grandezze su scala graduata e l'atlante consente agevolmente di orientarsi nel riconoscimento degli oggetti.

Nel 1588 G. P. Gallucci pubblica a Venezia il *Theatrum mundi et temporis*, non soltanto una guida al riconoscimento degli oggetti, ma una *summa* dell'umanesimo tolemaico

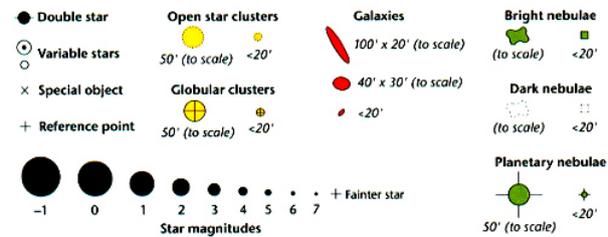
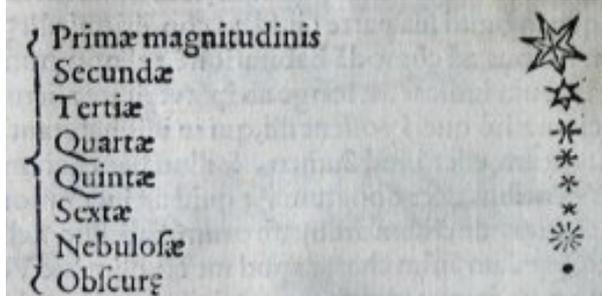
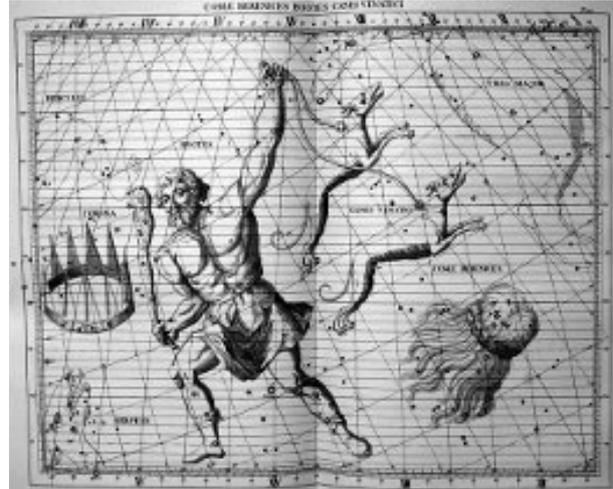
Si trovano descritte le teorie tolemaiche planetarie e i meccanismi delle eclissi, tavole terrestri e dell'inferno di Dante, tavole per il calcolo del passaggio del Sole al meridiano e del numero aureo, tavole trigonometriche del seno, una tabella con la previsione della precessione degli equinozi... e le costellazioni sono rappresentate in distinte tavole.

Per quanto d'impostazione tolemaica, l'atlante è sorprendentemente moderno. Ai bordi e al centro delle tavole Gallucci riporta le coordinate di latitudine e longitudine tratte dal *De Revolutionibus* di Copernico, cui sono riferite con precisione le posizioni delle stelle suddivise in magnitudini.

Le singole stelle sono ancora presenti in tabelle con indicate le coordinate ed il numero progressivo dell'astro, la magnitudine e la *natura* astrologica, e sono anche presenti oggetti di natura non stellare.

Da qui in poi la produzione si farà continua e citare gli atlanti diverrebbe un compito arduo. Ci si limita a quelli che credo siano più significativi, ma le omissioni sono davvero numerose. Nel 1687 J. Hevelius pubblica il *Firmamentum Sobiescianum sive Uranografia*, un'opera in 56 tavole, nel 1753 J. Flamsteed

- ▼ Nelle immagini in alto la costellazione di Bootes nell'atlante di Hevelius (sinistra) ed in quello di Flamsteed (destra): Hevelius, disegnò le costellazioni con la tecnica *viste dall'esterno*, quindi rovesciate, mentre Flamsteed le raffigura correttamente. In basso a sinistra rappresentazioni grafiche delle magnitudini stellari nel *Theatrum mundi et temporis* del Gallucci; a destra simbologie grafiche in un moderno atlante



l'*Atlas coelestis*, nel 1782 J. E. Bode il *Vorstellung der gestirne*, un atlante a colori, e così via.

Da questa breve rassegna manca tuttavia un atlante dei primni anni del secolo XVII cui si è inteso dedicare un posto privilegiato, l'*Uranometria*: compilata nel 1603 da J. Bayer va considerata il primo vero atlante stellare dell'era moderna.

Adottando una tecnica tuttora in uso, Bayer assegnò ad ogni stella secondo il proprio splendore apparente, una lettera dell'alfabeto greco: le stelle più brillanti erano individuate dalla lettera α , cui seguiva la β , la γ e così via fino alla ζ ,

Per quanto innovativo quest'atlante è comunque l'ultimo redatto esclusivamente con le tecniche antiche visuali, e segna anche la fine dell'astronomia osservativa e posizionale compilata esclusivamente coi quadranti. Di lì a pochi anni si diffonderà il cannocchiale, e nuove prospettive si apriranno finalmente alla cartografie dall'epoca di Tolomeo. Una rassegna di atlanti è riportata a pagina 9.

Trattando gli atlanti va inoltre ricordato che la cartografia celeste non si è occupata soltantanto di costellazioni, ma ha riservato una parte rilevante alla selenografia, ed anche questi atlanti hanno segnato un momento essenziale affinando la capacità di rappresentare particolari di un corpo relativamente vicino.

Si precisa che molti degli atlanti qui trascurati risultano trattati ai singoli lemmi relativi ai vari cartografi e a quelli relativi allo studio di un corpo celeste.

L'invenzione del telescopio e la maggiore ricchezza di particolari ed oggetti che lo strumento permetteva, rivoluzionò la cartografia celeste.

Ormai si poteva guardare più lontano, ma si disponeva di tanti piccoli campi, quelli che l'obiettivo e la focale del telescopio

consentivano, e cominciarono a nascere i nuovi cataloghi stellari da cui poi estrarre gli atlanti di zone del cielo.

- *La proiezione negli atlanti celesti.* Anche nel caso degli atlanti celesti, come in quelli terrestri, occorre scendere ad alcuni compromessi per rappresentare in piano una superficie sferica. La pratica più usuale consiste nel far sì che la superficie di proiezione intersechi la superficie della sfera, e per questo si dice che tecnicamente le mappe di proiezione si riferiscono al principio della secante conica e della secante cilindrica.

Nell'immagine nella pagina successiva è mostrata la prima pagina di un atlante moderno incentrata sul polo Nord celeste. La raffigurazione è quella standard della cartografia celeste. Una serie di cerchi rappresentano le declinazioni dei corpi, mentre i segmenti che dipartono dal centro in prossimità della polare a 360° sono le ore di ascensione oraria dei corpi: ciascun segmento orario indica approssimativamente l'estensione in declinazione di ogni proiezione. In questa rappresentazione le zone tratteggiate rappresentano le medesime coordinate sulla sfera celeste.

Alcuni atlanti, come il diffusissimo nei paesi anglosassoni Norton's Star Atlas sfruttano una particolare griglia curva chiamata *proiezione globulare* che consente una distorsione molto modesta per via della grande porzione del cielo che rappresenta: in ogni carta sono rappresentate sei ore di ascensione retta e 120° di declinazione, mentre attorno ai poli l'atlante usa una griglia ricavata dal sistema planisferico standard.

- *Cartografia fotografica.* Quando le tecniche consentirono di passare dagli atlanti redatti con stime e osservazioni visuali a quelli basati sulla tecnica fotografica, il pioniere di questa nuova via fu D. Gill dell'osservatorio di Città del Capo, che colpito dal numero delle stelle fotografate durante il passaggio di una

▼ Compilatori dei principali atlanti dall'antichità al secolo XX e luogo di edizione

Autore	Atlante	Anno
Abd ar-Rahman as-Sufi	Liber locis stellarum fixarum	?, 964
P. Apianus	Astronomicum Caesareum	Ingolstadt, 1540
A. Piccolomini	De le stelle fisse	Venezia, 1570
G. Gallucci	Theatrum mundi et temporis	Venezia, 1588
J. Bayer	uranometria	Augusta, 1603
A. Cellario	Atlas coelestis seu Armonia macrocosmica	Amsterdam, 1603
J. Schiller	Coelum Stellarum Christianum	Augusta, 1627
J. Hevelius	Uranographia	Danzica, 1690
J. G. Doppelmayr	Atlas coelestis	Norimberga, 1742
J. Flamsteed	Atlas coelestis	Londra, 1753
Diderot et d'Alembert	recueil de planches de astronomie	1789 Parigi
J. E. Bode	Vorstellung der gestirne	Berlino, 1782
F. N. König	Himmels Atlas	Berna, 1826
F. W. A. Argelander	Uranometria nova	Berlino, 1843
J. J. von Littrow	Atlas des gestirnten himmels	Stoccarsa, 1854
K. Bruhns	Atlas der Astronomie	Lipsia, 1872
C. Dien, C. Flamamrion	Atlas céleste	Parigi, 1877
E. Delporte	Délimitation scientifique des constellations, cartes	Londra, 1930
A. Bečvář	Atlas Coeli Skalnaté Pleso	Praga, 1956

cometa, decise di dare il via ad una cartografia fotografica per l'emisfero australe. Nacque così la Cape Photographic Durchmusterung, un atlante in 613 carte con stelle sino alla decima magnitudine.

Nel 1887 prese il via l'ambizioso progetto di redazione della → Carte du Ciel, di cui D. Gill fu uno degli ispiratori principali, e che procedette assai lentamente.

Mentre si attendeva a questo lavoro che avrebbe dovuto condurre ad un atlante fotografico per i due emisferi, furono redatte da due osservatori astronomici, uno in Inghilterra e l'altra a Città del Capo, le → Franklin-Adams Charts. Con questa *survey* fotografica svoltasi in tempi relativamente brevi (fra il 1903 e il 1912), termina l'era degli atlanti fotografici operata con i rifrattori.

I riflettori non furono mai impiegati perché a fronte di una maggiore *profondità* celeste mostravano un campo assai più piccolo, e quindi venivano preferibilmente usati nella fotografia di oggetti di piccola (apparente) dimensione, e risultavano inservibili per fotografare grandi estensioni del cielo.

La cartografia celeste riprese vita con l'invenzione del telescopio Schmidt, che ad una notevole luminosità univa un campo più ampio di quanto consentisse il miglior astrografo.

Il telescopio Schmidt di monte Palomar, operativo dal 1948, rese di fatto vana la continuazione della *Carte du Ciel* (a quell'epoca non ancora incompletata), fornendo un atlante fotografico dell'emisfero boreale, la → Palomar Sky Survey, in un tempo veramente breve: dal 1949 al 1951. La Palomar Survey è consultabile all'indirizzo citato in bibliografia: [1].

L'atlante di tutto il cielo (boreale e australe) fu completato negli anni settanta grazie alla collaborazione fra l'osservatorio anglo-australiano di Siding Spring e quello dell'ESO a La Silla, che dettero vita all'ESO-SRC Sky Atlas.

Gli ultimi atlanti redatti a mano sono stati l'*Atlas coeli*, compilato negli anni cinquanta del secolo scorso da A. Bečvář, in 16(?) carte con stelle sino alla magnitudine 7,5, e l'atlante in 43 carte compilato dello stesso periodo da G. B. Lacchini che riporta le stelle visibili, le doppie, le variabili le novae, gli ammassi, le nebolose e gli spettri sino alla 5^a magnitudine. Entrambe gli atlanti sono compilati con riferimento all'equinozio 1950.

Negli anni sessanta lo Smithsonian Astrophysical Observatory ha estratto per la prima volta in via automatica dal database del SAO (→ catalogo astronomico) un atlante in 152 carte di grande formato accompagnato dal relativo omonimo catalogo.

L'atlante comprende stelle sino alla magnitudine 9,5 ed ha una scala di 8,6 mm per grado.

Nel 1987 W. Trion, un appassionato d'astronomia che già negli anni cinquanta aveva realizzato lo *Sky Atlas 2000*, compilò l'*Uranometria 2000*,

L'atlante comprende gli oggetti dei due emisferi, si estende sino alle stelle di magnitudine 9,5 con una scala di 18 mm per grado, e i corpi celesti sono evidenziati secondo le caratteristiche. ammassi, nebolose, radiosorgenti,...

In chiusura un cenno merita il *Sarna Deep Sky Atlas*, un atlante in 102 carte costruito per gli oggetti del profondo cielo.

► *Cartografia digitale*. le nuove frontiere aperte dall'astro-nautica ed i progressi dell'elettronica hanno orientato negli ultimi decenni verso una cartografia digitale diretta o a singoli corpi (del sistema solare e al di fuori esso), o a singole regioni del cielo fotografate a determinate lunghezze d'onda.

Cartografie planetarie sono state realizzate da varie sonde come le → Mariner, Voyager, Galileo, Cassini, mentre satelliti dedicati o telescopi spaziali come → lo IUE, l'HST, lo Spitzer e tantissimi altri si sono occupati di fotografare oggetti lontani e il cielo in varie lunghezze d'onda, e altre sonde come Giotto o Vega hanno fotografato e studiato la cometa Halley.

Nel tempo sono state digitalizzate le "vecchie" *survey* fotografiche e rese a disposizione tramite la rete.

Gli atlanti oggi si producono in tempo reale dai data-base fotografici digitalizzati e dai cataloghi, per zone di cielo anche di pochi secondi d'arco, personalizzandoli secondo necessità.

In rete sono disponibili oltre a cartografie professionali come la citata *Palomar Survey* o la Sloan Digital Sky Survey, anche cartografie di tutto rispetto redatte da non professionisti, come, ad esempio, il TRIATLAS, che ha raggiunto la seconda edizione e raccoglie stelle sino alla 13^a magnitudine.

Da segnalare ancora l'atlante all'indirizzo www-wikisky.org.

Bibliografia

- [1] PALOMAR OBSERVATORY. "Palomar Sky Survey", 1951.
http://stdatu.stsci.edu/cgi-bin/dss_form.
- [2] BRADLEY E. SCHAEFER "The epoch of the constellations on the Farnese Atlas and their origin in Hipparchus lost catalogue". Louisiana State University, Baton Rouge, 2005.
<http://www.phys.lsu.edu/farnese>.